Handbuch ProtoMat C60

Deutsch, Version 1.0

LPKF Laser & Electronics AG
Osteriede 7
D-30827 Garbsen

Telefon : ++ 49 - 51 31 - 70 95 - 0
Telefax : ++ 49 - 51 31 - 70 95 - 90
eMail : lpkf@lpkf.de
Homepage : http: //www.lpkf.de

Copyright (c) 2000 LPKF AG
Weitergabe oder Vervielfältigung dieses Handbuches und die Verwertung seines Inhaltes sind nur mit schriftlicher Genehmigung der LPKF AG gestattet. Änderungen bleiben vorbehalten. Für den Inhalt wird keine Haftung übernommen. Insbesondere nicht für Schäden durch vorhandene, nicht vorhandene oder fehlerhafte Angaben.Warenzeichen: HP-GL ist ein Warenzeichen der Hewlett-Packard Comp. Alle anderen Warenzeichen gehören den jeweiligen Eigentümern an.

Hinweise zu diesem Handbuch

Die in diesem Dokument enthaltene Information kann ohne Vorankündigung geändert werden. Ohne ausdrückliche schriftliche Erlaubnis der LPKF AG darf kein Teil dieses Dokumentes für irgendwelche Zwecke oder in irgendeiner Form mit irgendwelchen Mitteln reproduziert oder übertragen werden. Es wurde sich um größte Genauigkeit und Vollständigkeit der Informationen in diesem Dokument bemüht. Dennoch übernimmt die LPKF AG keine Haftung für dessen Gebrauch, auch nicht für Patent- und andere Rechtsverletzungen gegenüber Dritten, die daraus hervorgehen.

Es unterliegt der Sorgfaltspflicht des Betreibers der Maschine, die Einhaltung folgender Punkte zu kontrollieren. Es muß sichergestellt sein, das

- die Maschine nur bestimmungsgemäß verwendet wird.
- die Maschine nur in einwandfreiem, funktionstüchtigem Zustand betrieben wird und besonders die Sicherheitseinrichtungen regelmäßig auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft werden.
- erforderliche persönliche Schutzausrüstungen für das Bedienungs-, Wartungs- und Reparaturpersonal zur Verfügung stehen und benutzt werden.
- die Betriebsanleitung stets in einem leserlichen Zustand und vollständig am Einsatzort der Maschine zur Verfügung steht.
- nur ausreichend qualifiziertes und autorisiertes Personal die Maschine bedient, wartet und repariert.
- dieses Personal regelmäßig in allen zutreffenden Fragen von Arbeitssicherheit und Umweltschutz unterwiesen wird, sowie die Betriebsanleitung und insbesondere die darin enthaltenen Sicherheitshinweise kennt.
- alle an der Maschine angebrachten Sicherheits- und Warnhinweise nicht entfernt werden und leserlich bleiben.

I. Gliederung

Dieses Handbuch ist in folgende Kapitel gegliedert:

1. Sicherheitshinweis
2. Einleitung
3. Allgemeines
4. Rechnergesteuerte Funktionen
5. Inbetriebnahme
6. Werkzeuge, Material und Zubehör
7. Arbeitsabläufe beim Fräsen und Bohren
8. Anhang
9. Konformitätserklärung
10. Index

II. Schreibweisen

Fettgedrucktes dient zum Hervorheben wichtiger Informationen.

Abbildungen haben eine fortlaufende Numerierung,
Beispiel: Abbildung 5

› Handlungsaufforderungen werden durch einen Pfeil dargestellt.

Kursivgedruckte Absätze sind die Reaktionen, als Folge einer Handlung.

Kursivgedruckte Wörter kennzeichnen Eigennamen.

Tastenbeschriftungen sowie Menübegriffe sind in **FETTE VERSALIEN** gesetzt.

III. Hinweise zu verwendeten Symbolen

Gefahr!
Dieses Symbol wird bei Gefahren für Leben oder Gesundheit verwendet.

Achtung!
Dieses Symbol wird bei Gefahren verwendet, wodurch Sachschäden entstehen können.

Hinweis
Dieses Symbol wird für Hinweise verwendet, um Störungen im Betriebsablauf zu vermeiden oder den Betriebsablauf zu verbessern.

IV. Legende

Kupferlaminat	: Spez. sehr dünnes Basismaterial, welches nur zum Verpressen von Multilayern genutzt wird.
Basismaterial	: Mit Kupferfolie beschichtetes Leiterplattenmaterial
Lötstoppfolie	: Spezialfolie für das Freifräsen der zu lötenden Anschlüsse.
BoardMaster	: Maschinensteuerungssoftware.
CircuitCAM	: Software für die Datenaufbereitung

V. Zielgruppe

Dieses Handbuch richtet sich an Personen, die grundlegende Kenntnisse in der Leiterplattenfertigung für den Elektronikbereich besitzen.

Inhaltsverzeichnis

1.0 Sicherheitshinweise 9

2.0 Einleitung 10

2.1 Gerätekennwerte ProtoMat C60. . . . . **10**

3.0 Allgemeines. 11

3.1 Lieferumfang **11**

3.2 Zubehör optional **11**

3.3 Luftschallwerte **11**

3.4 Installation **12**

4.0 Rechnergesteuerte Funktionen. 13

4.1 Anschluß an einen PC **13**

4.2 Orientierung der Maschine. **14**

4.3 Anzeigen und Anschlüsse **15**

4.4 Wozu dient BoardMaster **16**

5.0 Inbetriebnahme. 17

5.1 Vor dem Einschalten **17**

5.2 Einschaltreihenfolge. **17**

5.3 Einschaltvorschriften Schnellfrequenzspindel **17**

5.4 Werkzeugwechsel **19**

5.5 Nach dem Einschalten **19**

5.6 Funktionstest mit BoardMaster. **19**

5.7 HOME-Position und Passlochsystem 20

5.8 Programmieren der HOME-Position 20

5.9 Kontrolle und Korrektur der HOME-Position 22

5.10 Erstellen eines neuen Passlochsystems 22

5.11 Tutorial zum Erstellen einer Leiterplatte 23

6.0 Werkzeuge, Material und Zubehör 26

6.1 Werkzeuge 26

6.2 Zu bearbeitende Materialien 27

7.0 Arbeitsabläufe beim Fräsen / Bohren . . . 29

7.1 Befestigung der Leiterplatte 29

7.2 Arbeitsweise Arbeitstiefenbegrenzer 30

7.3 Funktionselemente am Fräsbohrkopf 31

7.4 Bohren 32

7.5 Isolationsfräsen 33

7.6 Konturenfräsen in Leiterplattenmaterial 34

7.7 Fräsen breiter Isolationskanäle 35

7.8 Frontplattengravur 35

7.9 Das Fräsen von Layoutfilmen 36

7.9.1 Korrekturmittel 37
7.9.2 Einfärbung von Fräsfilmen 37
7.9.3 Entschichten 37

7.10 Fräsen von Lötstopfolien 38

7.11 Fräsen mit Mikrometerschraube (optional) 38

7.12 Reinigen der Leiterplatte**38**

7.13 Praxistips **39**

8.0 Anhang 41

8.1 Wartung **41**

8.2 Abstreifer der Schlittenführungen ölen **42**

8.2.1 Abstreifer der Y-Achse 43
8.2.2 Abstreifer der X-Achse 44
8.2.3 Befüllen der hinteren Abstreifer 45
8.2.4 Befüllen der vorderen Abstreifer. 45

8.3 Serieller Anschluß SERIAL1 . . . . . **45**

8.4 Serieller Anschluß SERIAL2 . . . . . **46**

8.5 Anschluß der Schrittmotoren **47**

8.6 Anschluß des Fräskopfes. **47**

8.7 EPROMs **47**

8.8 El. Sicherungen, Umschalten Gerätespannung . . . **47**

8.9 Befehlssatz der LPKF ProtoMat C60 . . . . . **50**

8.9.1 Aufbau der Befehle. 50
8.9.2 HP-GL Standardbefehle 51
8.9.3 Sonderbefehle 52
8.9.4 Sonderbefehl für die Schnellfrequenzspindel. . . . 55
8.9.5 Direktbefehle 55

8.10 Liste der lieferbaren Werkzeuge **56**

8.11 Schlußbemerkung **57**

9.0 Konformitätserklärung 58

10.0 Index 59

1.0 Sicherheitshinweise

Um ein sicheres Arbeiten mit dem System gewährleisten zu können, muß der Benutzer dieses Handbuch sowie die beigefügten Dokumentationen und insbesondere die fettgedruckten Sicherheitshinweise gelesen haben!

- **Nie in die laufende Maschine fassen!**
- **Achtung! Maschine wechselt während des Verfahrens automatisch die Verfahrgeschwindigkeit!**
- **Werkzeug nur bei stehendem Fräsbohrmotor wechseln!**
- **Werkzeug beim Werkzeugwechsel bis zum Anschlag in die Spannzange einführen!**
- **Während des Hantierens am Gerät nie gleichzeitig den steuernden PC bedienen.**
- **Langhaarige Anwender müssen ein Haarnetz tragen!**
- **Bei selbst vorgenommenen Modifikationen an dem Gerät kann die Sicherheit des Gerätes nicht mehr gewährleistet werden, außerdem entfallen die Garantieansprüche!**
- **Beachten Sie, daß einige Materialien während der Bearbeitung krebserregenden Staub oder gefährliche Gase erzeugen können. Erkundigen Sie sich darüber beim Lieferanten Ihrer Materialien.**
- **Grundsätzlich mit Staubsauger arbeiten!**
- **Bei Verwendung von Chemikalien bitte die Hinweise auf den Behältern oder evtl. separaten Sicherheitsblättern beachten!**
- **Sorgen Sie für einen aufgeräumten Arbeitsplatz.**

2.0 Einleitung

Die Fräsbohreinheit LPKF *ProtoMat* C60 ist ein Fräsbohrplotter, der zum Erstellen von Leiterplattenprototypen und Gravurfilmen, sowie zum Gravieren von Aluminium oder Kunststoff geeignet ist.

Zur Bedienung der Maschine ist es notwendig, sich mit den Funktionen des Treiberprogamms *BoardMaster* vertraut zu machen. Der Betrieb der LPKF *ProtoMat* C60 wird im LPKF *BoardMaster*-Handbuch beschrieben. Für die LPKF *ProtoMat* C60 ist die Befehlseinrichtung ausschließlich ein PC.

Um gegebenenfalls Garantieansprüche geltend machen zu können, ist es unbedingt vor Inbetriebnahme des Gerätes erforderlich, den Hinweisen dieses Handbuches zu folgen. Für Geräte, die in ein anderes EU-Land gebracht werden, werden die dann landesüblichen Garantieleistungen erbracht.

2.1 Gerätekennwerte ProtoMat C60

Gerätespannung	200-240V (umschaltbar auf 100-120V)
Anschlußleistung	200VA
Drehzahl Schnellfrequenzspindel max.	ca. 60000/min
Gewicht	ca. 25kg
Bohrleistung	max. 60 Hübe/min
Auflösung (kleinster Schritt)	0.0079375 mm
Betriebsbedingungen:	
Luftfeuchtigkeit	60% max.
Temperatur	15-25°C

3.0 Allgemeines

3.1 Lieferumfang

- 1 Maschineneinheit LPKF *ProtoMat* C60 mit integrierter Elektronik
- 1 RS-Kabel (Null-Modem/ LPKF *ProtoMat* C60 Steuereinheit - Rechner), AT-Adapter 9/25- pol
- 1 Satz Zubehör (Klebeband, div. Inbusschlüssel, 5 Paßlochstifte, Pinzette, Pinsel, 7 mm Steckschlüssel, 2 rote Paßlochstreifen, 2 Paßlochbohrer 2,95 mm)
- 1 Netzkabel
- 1 Einsetzwerkzeug für Paßlochstifte
- 1 Handbuch

3.2 Zubehör optional

Für die LPKF *ProtoMat* C60 ist folgendes Zubehör lieferbar:

- Staubsauger mit Feinfilter. Der Feinfilter ist besonders beim Bearbeiten glasfaserhaltiger Materialien wie z.B. FR4 Basismaterial notwendig.
- Lärm- und Staubschutzhaube
- LPKF *AutoSwitch*
  Automatischer Schalter für den Staubsauger. Mit dieser Option wird der Staubsauger über die Fräsbohrspindel ein- und ausgeschaltet.
- LPKF *AutoContac*
  Integrierte Durchkontaktierung mittels Dispenser und einer speziellen lötfähigen Leitpaste.

3.3 Luftschallwerte

Am Arbeitsplatz entsteht während des Betriebes ein Dauerschalldruckpegel von 71 dB (A). Gemessen ohne Staubsauger.

3.4 Installation

› Die LPKF *ProtoMat* C60 ist vorsichtig auszupacken (Lösen der Sicherungsschrauben 1, siehe Abbildung 1 auf Seite 12). Anschließend sind die Transportsicherungen zu lösen. Diese Transportsicherungen sind rot markiert und befinden sich:

- Befestigung der X-Achse - 2 Alu-Winkel (Sicherung 2)
- Befestigung der Y-Achse - Direkt am Kopf links (Sicherung 3)
- Befestigung der Z-Achse - Innensechskantschraube (Sicherung 4)

Hinweis: Das Gerät muß auf einer ebenen und festen Unterlage stehen, um Störungen und Fehlbedienungen zu vermeiden!

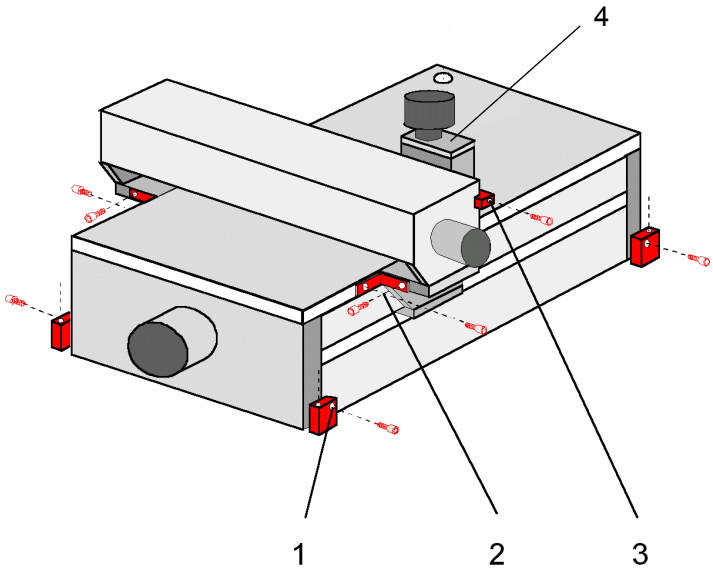
› Der Fräsbohrplotter ist so auszurichten, daß die Anschlußkabel zur Elektronikeinheit frei beweglich sind.

› LPKF *ProtoMat* C60 mit dem RS-Kabel (2x Sub-D 25 pol. Stecker) am Rechner anschließen (COM1 oder COM2).

› Verbinden Sie die Netzleitung der LPKF *ProtoMat* C60 Steuereinheit mit der Spannungsversorgung.

› Staubsauger an den Adapter aufstecken (passend für Halterohr Nr.111124 eines Nilfisk Industriestaubsaugers).

Abbildung 1:Transportsicherungen der LPKF ProtoMat C60



1- Befestigung der Maschine auf Transportunterlage
2- Sicherung der X-Achse
3- Sicherung der Y-Achse
4- Sicherung des Fräsbohrkopfes

Hinweis: Bitte alle Transportsicherungen sowie die Verpackung aufheben und bei einem erneuten Transport der Maschine entsprechend wieder montieren.

4.0 Rechnergesteuerte Funktionen

4.1 Anschluß an einen PC

Die LPKF *ProtoMat* C60 hat 2 serielle Schnittstellen. Die erste (SERIAL1) dient zum Anschluß an den steuernden Rechner (PC). Die zweite Schnittstelle (SERIAL2) ist für zukünftige Anwendungen vorgesehen.

Die SERIAL1 der LPKF *ProtoMat* C60 Steuereinheit wird mit Hilfe des mitgelieferten RS-Kabels an eine serielle Schnittstelle des Rechners angeschlossen.

Das RS232-Kabel (Nullmodem) für Fräsbohrplotter LPKF *ProtoMat* C60 ist wie folgt verdrahtet:

25-polige Buchse PC-seitig (COMx)			**25-polige Buchse Fräsbohrplotter (SERIAL1)**	
1	-		-	1
2	-	TXD	-	3
3	-	RXD	-	2
4	-		-	5
5	-		-	4
7	-	GND	-	7
8	-		-	20
15,17	-		-	24
20	-		-	8
24	-		-	15,17

Die Kabelabschirmung ist nur PC-seitig (Buchse) angeschlossen.

Folgende Parameter müssen beachtet werden:

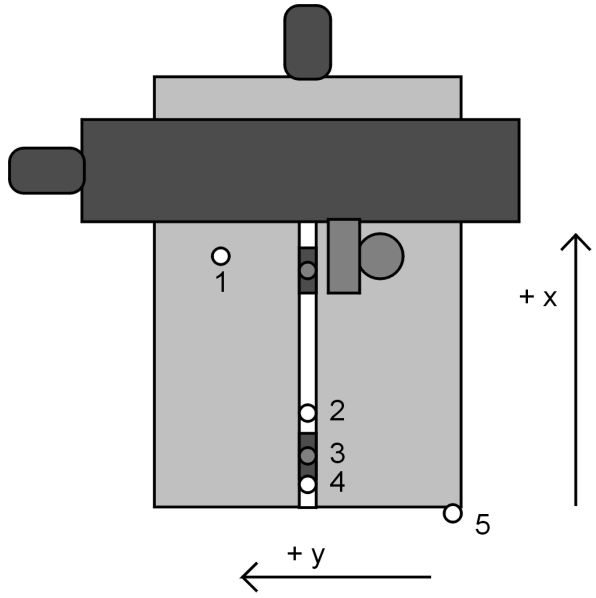
Baudrate	9600 (Standardeinstellung, andere auf Anfrage)
Parity	None
Datenbit	8
Stopbit	1
Hardwarehand-shake	
FIFO-Puffer	off

Die serielle Schnittstelle am PC wird unter Windows in der Systemsteuerung konfiguriert.

4.2 Orientierung der Maschine

Beschreibung der wichtigen Maschinenpositionen:

Abbildung 2:ProtoMat C60: x-Achse ist längerer Verfahrweg



1- Pause-Position:
Zu diesem Punkt wird die Maschine verfahren, um das zu bearbeitende Material aufzulegen oder zu wenden.

2- Home-Position:
Diese liegt auf der Spiegelachse der Maschine (Passlochsystem) und dient als Referenz-Position innerhalb des Programms BoardMaster.

3- Passlochschieber mit Bohrung für Pilotstift.

4- Referenzpin für vorderen Passlochstreifen.

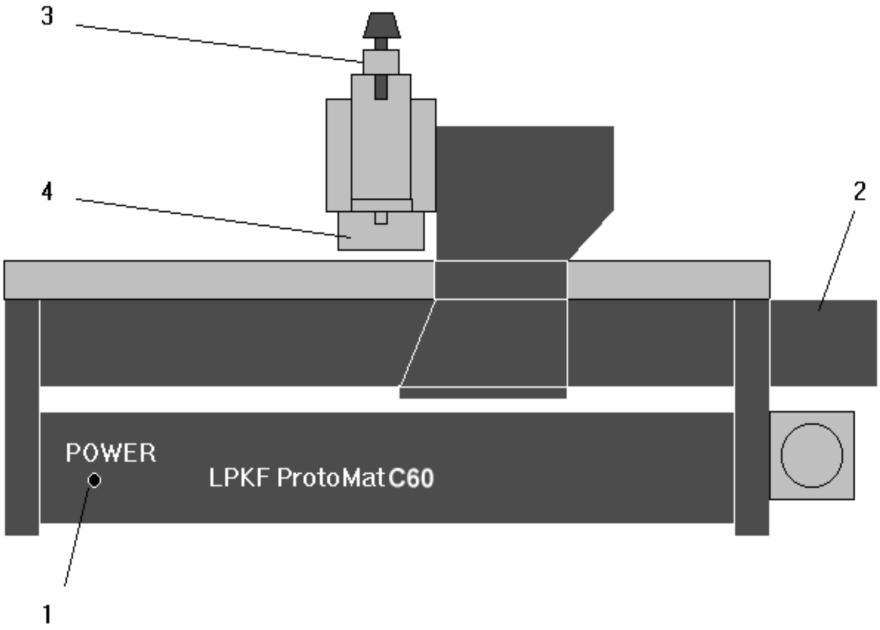
5- Werkzeugwechsel-Position (Nullposition).
An dieser Stelle kann das Werkzeug gewechselt werden

Gefahr! Vermeiden Sie, daß Gegenstände oder Finger innerhalb des Verfahrbereiches gelangen!

4.3 Anzeigen und Anschlüsse

Beschreibung der Frontansicht:

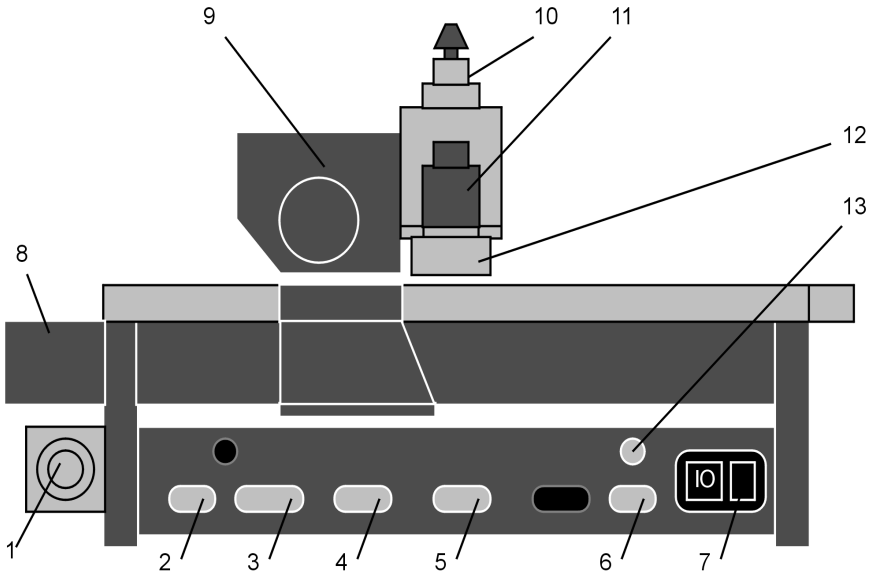
Abbildung 3:Front
LPKF ProtoMat C60



1- Betriebsanzeige der integrierten Maschinensteuerung SMCU
2- X-Motor
3- Schnellfrequenzspindel
4- Arbeitstiefenbegrenzer

Beschreibung der Rückansicht:

Abbildung 4:Rückseite der LPKF ProtoMat C60



1- Staubsaugeranschluß
2- serielle Schnittstelle (9-pol) für Erweiterungen
3- serielle Schnittstelle (25-pol) zum Anschluß an PC
4- Anschluß X-Motor
5- Anschluß Y-Motor
6- Anschluß Fräsbohrkopf
7- Ein/Ausschalter mit Netzanschluß und Sicherungen
8- X-Motor
9- Y-Motor
10- Schnellfrequenzspindel
11- Hubmagnet
12- Arbeitstiefenbegrenzer
13- Anschluß Schnellfrequenzspindel

4.4 Wozu dient BoardMaster

Die durch ein Postprocessing erzeugten Plotdaten werden bei Anwendung von LPKF-Programmen in einer LPKF Binärdatei (LMD-Format), bzw. als HP-GL- Dateien zwischengespeichert. Aufgabe des *BoardMasters* ist es nun, diese Dateien einzulesen, die Plotbefehle zu dekodieren und sie auf die jeweilige Maschine anzupassen. Dies ist notwendig, da verschiedene Geräte zwar ähnlich arbeiten, jedoch unterschiedliche Befehlssätze aufweisen. Der Fräsbohrplotter LPKF *ProtoMat C60* ist HP-GL-kompatibel, d.h. das von dem Treiber erzeugte Format ist HP-GL. Von den Treibern können Modifikationen durchgeführt werden, wie Vergrößern, Drehen, Duplizieren usw.

Alle Fräsbohrplotter von LPKF werden über eine asynchrone Schnittstelle (RS232C) angesteuert. Diese wird für die LPKF *ProtoMat C60* mit **9600 Baud, 1 Stoppbit, 8 Datenbit, no Parity und Hardwarehandshake** betrieben. Die Konfiguration der seriellen Schnittstelle des Rechners muß entsprechend in der Systemsteuerung von Windows eingestellt werden. Der FIFo-Puffer muß hier ausgeschaltet sein.

5.0 Inbetriebnahme

5.1 Vor dem Einschalten

Achtung! Unbedingt überprüfen, ob die am Gerät eingestellte Spannung mit der vorherrschenden Netzspannung übereinstimmt, sonst weiter bei „El. Sicherungen, Umschalten Gerätespannung“ auf Seite 47

Vor dem Einschalten sind alle Gegenstände von der Maschine und aus deren Verfahrbereich zu entfernen. Pilotstifte dürfen nicht aus dem Basismaterial herausragen. Pilotstifte dienen zum fixieren, und beim Drehen des Basismaterials als Referenzpunkt der Spiegelachse des Basismaterials.

Gefahr! Während des Einschaltens nie in die Maschine fassen!

5.2 Einschaltreihenfolge

Es ist günstig, aber nicht absolut notwendig, folgende Einschaltreihenfolge einzuhalten:

1. Rechner
2. LPKF *ProtoMat* C60
3. Start des Programms *BoardMaster*

Sollte aus irgendwelchen Gründen das Gerät aus- und wieder eingeschaltet werden, muß im *BoardMaster* in das Menü **KONFIGURATION/PARAMENTER** gewechselt werden. Dadurch werden alle notwendigen Parameter wie Geschwindigkeiten, Wartezeiten, Positionen usw. wieder an das Gerät übergeben.

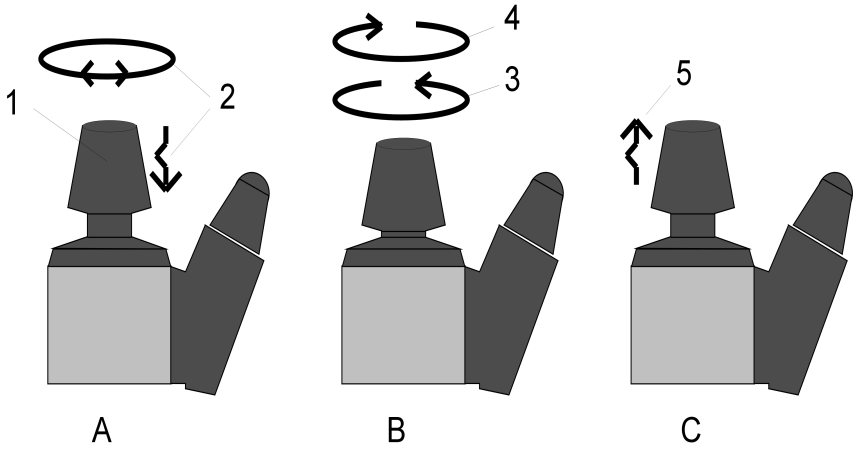
5.3 Einschaltvorschriften Schnellfrequenzspindel

Im Schaft der Schnellfrequenzspindel muß sich beim Einschalten immer ein Werkzeug befinden. Die Spannzange muß unbedingt geschlossen sein und der Knauf an der Schnellfrequenzspindel muß in der oberen Stellung sein, sonst ist die Spindel blockiert und der Motor kann überlastet werden.

Achtung! Beim Betrieb der Spindel mit geöffneter Spannzange, wird unter Umständen die Spindel zerstört!

Gefahr! Bedienen Sie die Spannzange niemals, bevor sich die Spindel im Stillstand befindet!

Abbildung 5: Bedienung Spannzange der Schnellfrequenz-spindel



A) Knauf in Normalstellung, Spindel ist freilaufend. Um die Spannzange zu öffnen, bzw. zu schließen, muß der Knauf (1) bis zum Einrasten heruntergedrückt werden. Dabei Kopf festhalten, damit evtl. eingesetztes Werkzeug nicht beschädigt wird. Den Knauf beim Herunterdrücken ggf. etwas rechts-, bzw. links herum drehen (2).

B) Achtung: Spannzange und Spindel sind in dieser Stellung blockiert. Zum Öffnen Knauf gegen den Uhrzeigersinn drehen (3). Zum Schließen Knauf mit dem Uhrzeigersinn drehen (4). Dabei Knauf nicht zu fest anziehen.

C) Knauf wieder in Normalstellung (Oben) zurückziehen (5). Spindel ist nun wieder freilaufend. Bei Spindeln unterschiedlicher Hersteller kann das Zurückziehen entfallen, wenn in der Spindel eine entsprechende Feder eingebaut ist.

Achtung! Spindel nur mit eingeschaltetem Staubsauger betreiben.

Hinweis: Bei der Inbetriebnahme ist zu beachten, daß die Lager der Schnellfrequenzspindel nach längerem Stillstand (mehrere Monate) oder nach einem Transport zunächst einlaufen müssen. Bei der ersten Inbetriebnahme sollte die Spindel zunächst mehrere Stunden bei 10.000/min drehen.

Beim späteren Einschalten wird ein Warmlaufen (bei 20.000/min) der Spindel für ca. 3 bis 10 Minuten von der Steuerung automatisch vorgegeben. Die Warmlaufzeit ist von der Stillstandszeit abhängig. Während der Warmlaufzeit können keine Drehzahlen über 20.000/min eingestellt werden. Die höher eingestellte Drehzahl wird nach der Warmlaufzeit automatisch angefahren.

5.4 Werkzeugwechsel

Für den Werkzeugwechsel ist zu beachten, daß das Werkzeug nach dem Öffnen der Spannzange bis zum Anschlag in die Werkzeugaufnahme eingeführt wird, bevor die Spannzange wieder geschlossen wird. Zur Bedienung der Spannzange bitte Kapitel „Einschaltvorschriften Schnellfrequenzspindel“ auf Seite 17 lesen.

5.5 Nach dem Einschalten

Nach dem Einschalten führt das Gerät in die Endschalter -x und -y. Danach bleibt das System zunächst in der Werkzeugwechsel-Position stehen. Es wartet nun auf die Befehle von den Maschinentreibern. Sollte das Gerät nach dem Einschalten nicht verfahren, ist folgendes zu überprüfen:

- Leuchtet die POWER-LED (leuchtet erst nach gelungener Initialisierung)?
- Sind alle Kabel richtig gesteckt?
- Gegebenenfalls sind die Sicherungen am Netzanschluß zu überprüfen.

5.6 Funktionstest mit BoardMaster

Gefahr! Stellen Sie sicher, daß für einen ersten Funktionstest keine weiteren Personen an der Maschine hantieren!

Zunächst überprüfen Sie, daß die benutzte serielle Schnittstelle auf **9600 Baud, 8 Daten-, 1 Stopp-, no Paritybit, Hardwarehandshake und FIFO-Puffer off** eingestellt ist. Außerdem kontrollieren Sie, ob im *BoardMaster* unter **KONFIGURATION, SCHNITTSTELLE...** die richtige Schnittstelle angewählt ist. Gegebenenfalls sehen Sie im *BoardMaster*-Handbuch nach.

Nun mittels *BoardMaster*:

› Bevor der Motor eingeschaltet werden kann, muß der Fräsbohrkopf einige Zentimeter mit den Pfeiltasten aus der Werkzeugwechsel-Postion heraus gefahren werden.

› Das richtige Werkzeug muß im Fenster **MASCHINEN WERKZEUGZUWEISUNG** angegeben werden.

› Motor einschalten durch klicken auf . (Motor dreht zunächst nur mit max. 20.000/min, Warmlaufphase)

› Kopf senken / heben durch klicken auf .

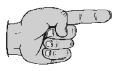
› Motor durch klicken auf ausschalten.

› Manuelles Verfahren des Kopfes mit den Pfeil-Tasten in der *BoardMaster*- Funktionsleiste.

Bewegt sich die Maschine nicht, sollte die Schnittstellenkonfiguration, das Anschlußkabel, sowie die PC-Schnittstelle überprüft werden.

5.7 HOME-Position und Passlochsystem

Die HOME-Position muß für doppelseitig beschichtetes Basismaterial auf der Spiegelachse (Passlochsystem) der Maschine liegen. Um diese Spiegelachse wird das Basismaterial gewendet. Ungenauigkeiten der HOME-Position führen zu Versatz beim Bearbeiten von Basismaterial nach dem Wenden.



Hinweis: Die Parallelität des Passlochsystems ist nur für die aktuelle Position der Passlochstreifen gewährleistet. Der vordere Passlochschieber muß gegen den Pin in der Passlochnut geschoben sein (Referenz). Falls Basismaterial unterschiedlicher Größe benutzt wird, so muß für jedes Format ein zusätzliches Passloch in den hinteren Passlochstreifen gebohrt werden. Dazu ist aus der Home- Position in Richtung des hinteren Passlochstreifens zu verfahren, diesen an die gewünschte Position verschieben und mit einem 2,95 mm Bohrer von Hand eine zusätzliche Bohrung in den Schieber bohren. Die Position des Schiebers für die verschiedenen Bohrungen sollten notiert oder an dem Fräsbohrplotter markiert werden. Auf diese Weise ist für verschiedene Formate die Parallelität gewährleistet.

5.8 Programmieren der HOME-Position

Das Programmieren der HOME-Position kann bei neuen Geräten nach dem Transport des Systems notwendig sein.

Die HOME-Position der LPKF *ProtoMat* C60 muß wie zuvor beschrieben für das Bearbeiten von doppelseitigem Basismaterial genau auf der Spiegelachse (dem Passlochsystem mit den roten Kunststoffschiebern) programmiert werden. Dazu müssen folgende Schritte ausgeführt werden:

› *BoardMaster* starten.

› In der Menüleiste **KONFIGURATION** anklicken.

› Nun Parameter anwählen.

› Um Eingaben in diesem Fenster zu ermöglichen, **ENTSICHERN** aktivieren.

› Kontrollieren Sie, ob SMCU selektiert wurde.

› Nun muß **INITIALISIEREN** angeklickt werden.

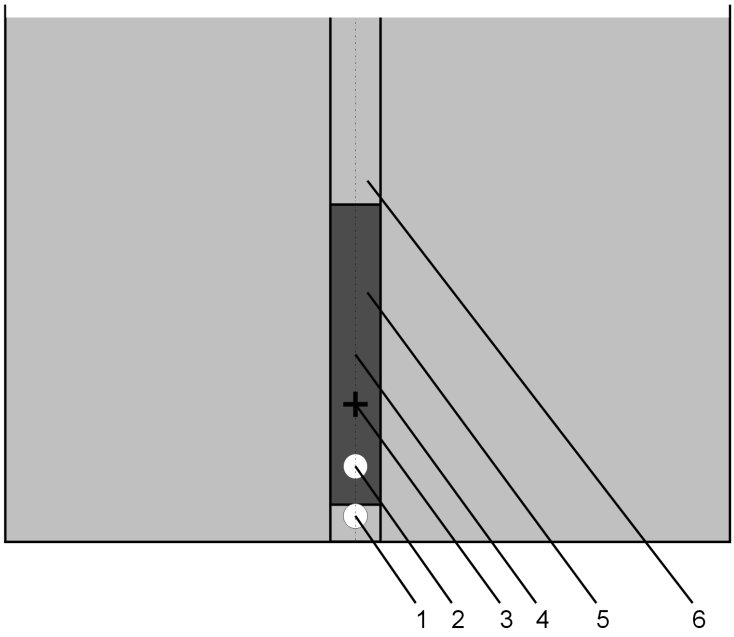
Das Gerät fährt alle 4 Endpositionen an. Danach bleibt das Gerät in der NULL-Position (Werkzeugwechselposition) stehen. Der ermittelte Verfahrbereich wird unter **GRÖßE** *angezeigt und vom BoardMaster abgespeichert. Ausführlichere Informationen siehe BoardMaster-Handbuch.*

Werkseitig wurde bereits ein Passlochsystem erstellt. Die x,y-Koordinaten der HOME-Position liegen der Maschine bei (Siehe Treiber Diskette). Sie sollte nun unter Home im *BoardMaster* eingetragen werden.

Falls die Koordinaten nicht bekannt sind, muß das Passlochsystem neu gebohrt werden. Sehen Sie dazu im Kapitel „Erstellen eines neuen Passlochsystems“ auf Seite 22 nach.

Wenn die **MASCHINENPARAMETER** Dialogbox durch Klicken auf **OK** geschlossen und *BoardMaster* verlassen wird, werden die neuen Werte in einer .INI Datei gespeichert. Diese wird geladen, sobald *BoardMaster* aufgerufen wird.

Abbildung 6:Vorderer Streifen des Passlochsystems



1- Referenzpin
2- vorderer Pilotstift
3- HOME Position, min. 10 mm Abstand zum vorderen Pilotstift
4- Spiegelachse
5- Passstreifen
6- Passlochnut

5.9 Kontrolle und Korrektur der HOME-Position

Achtung! Vor Beginn der Kontrolle bzw. Korrektur der HOME Position lesen Sie unbedingt die Kapitel „Werkzeugwechsel“ auf Seite 19 sowie „Arbeitsweise Arbeitstiefenbegrenzer“ auf Seite 30.

› Doppelseitiges Basismaterial mit Passlochbohrungen versehen.

› Material mit Bohrunterlage (2 mm) mit Hilfe der Passlochstifte auf der Grundplatte befestigen. (siehe auch Kapitel „Befestigung der Leiterplatte“ auf Seite 29).

› Mit 0.7 mm Bohrer an der HOME-Position ein Loch bohren.

› Den Fräsbohrkopf in die PAUSE-Position fahren.

› Basismaterial wenden (um die X-Achse).

› Die Werkzeugwechselposition anfahren und einen Universalfräser einsetzen. Nach dem Werkzeugwechsel Fräsbohrkopf in die HOME-Position zurück verfahren.

› Manuell in X-Richtung einen Fräskanal über die Bohrung fräsen. Dabei nicht in Y-Richtung verfahren.

› Optische Kontrolle, ob der Fräskanal exakt durch den Mittelpunkt der Bohrung führt.

› Falls die Fräslinie nicht genau durch den Mittelpunkt verläuft, muß die HOME- Position um die halbe Fehlerstrecke korrigiert werden. Dieses kann direkt durch Änderung der Home-Position in der **PARAMETER...** Dialog Box geschehen.

› Nach einer Korrektur sollte zur Kontrolle das Verfahren wiederholt werden.

5.10 Erstellen eines neuen Passlochsystems

Die Passlöcher in den roten Passlochstreifen werden nach einiger Zeit durch die Benutzung größer und damit nicht mehr so genau wie am Anfang sein. Dann ist es erforderlich, neue Löcher in die Streifen zu bohren. Wenn nach einiger Zeit zu viele Bohrungen in den Streifen sein sollten, müssen die Passlochstreifen ausgetauscht werden.

Gefahr! Bedenken Sie, daß es sich um sehr spitze Werkzeuge handelt, und daß sie möglicherweise heiß sein könnten. Um sich nicht an Spänen zu verletzen, arbeiten Sie nur mit eingeschaltetem Staubsauger!

Das Erstellen eines neuen Passlochsystems wird wie folgt ausgeführt:

› Zunächst die beiden Passlochstreifen in die Maschinennut eindrücken, wobei der vordere Passlochstreifen gegen den Referenzpin vorn in der Nut geschoben wird. Der Abstand zwischen den beiden Passlochstreifen sollte etwa der Größe des Basismaterials in der X-Achse entsprechen.

› Einen Bohrer im Durchmesser 2,95 mm so einspannen, daß der Abstand zwischen Grundplatte und Bohrerspitze etwa 0,5 mm (es kann eine 0.5 mm Platte zur Hilfe untergelegt werden) beträgt. Das bedeutet, daß er ausnahmsweise nicht bis zum Anschlag eingespannt werden darf. Der Bohrer muß im *BoardMaster* angegeben und die Drehzahl auf 25.000 rpm abgeändert werden.

› Fräsbohrkopf in Richtung +x um ca. 30 mm verfahren und diese Position als neue HOME-Position definieren (Home setzen, unter **MENÜ KONFIGURATION**).

› Fräsbohrkopf auf HOME verfahren, und dann zum vorderen Passlochstreifen verfahren (vorher Passstift ziehen, damit der Bohrer nicht abbricht) und etwa in der Mitte ein ca. 4 mm tiefes Bohrloch durch Hinabdrücken des Bohrkopfes von Hand bohren (vorher in der Menüleiste **DRILLING PLATED** angeben). Danach die Position des Fräsbohrkopf in der Y-Achse nicht mehr verändern.

› In der X-Achse zum zweiten, hinteren Passlochstreifen verfahren (vom ersten Loch an 287 mm) und dort ebenfalls ein ca. 4 mm tiefes Bohrloch bohren. Dabei keinesfalls in der Y- Richtung verfahren.

› Bohrwerkzeug jetzt bis zum Anschlag in dem Bohrfutter positionieren.

› Fräsbohrkopf zur Seite verfahren. Zwei Pilotstifte in die jetzt vorhandenen Bohrungen der Passlochstreifen hineinstecken, mit Zuhilfenahme des Passwerkzeuges. Festen Sitz der Stifte überprüfen, da sich Spiel in der Passgenauigkeit negativ niederschlägt.

› Alte Bohrungen mit Filzstift markieren, damit sie nicht mit den neuen verwechselt werden können.

› Vorgebohrtes Basismaterial und Bohrunterlage über den Pilotstiften positionieren. Das Format des Basismaterials sollte so gewählt werden, daß der Passlochstreifen nicht weiter als 10 mm verschoben werden muß, da das Passlochsystem sonst an Genauigkeit verliert.

› Das jetzt positionierte Basismaterial zusätzlich mit Klebeband (empfohlen Tesakrepp 5250) an allen vier Seiten befestigen.

5.11 Tutorial zum Erstellen einer Leiterplatte

Es wird vorausgesetzt, dass der auszuführende Job im *BoardMaster* geladen bzw. vorbereitet ist. Es können zum Beispiel die Daten vom *CircuitCAM* Tutorial verwendet werden.

Es wird außerdem vorausgesetzt, dass die HOME-Position, wie beschrieben, genau programmiert wurde.

Achtung! Vor Beginn der folgenden Arbeitsschritte lesen Sie unbedingt die Kapitel „Werkzeugwechsel“ auf Seite 19 sowie „Arbeitsweise Arbeitstiefenbegrenzer“ auf Seite 30.

Gefahr! Passen Sie im Umgang mit den Werkzeugen auf! Es besteht die Gefahr sich zu schneiden! Nicht vergessen, für die Bearbeitung den Staubsauger einzuschalten!

› Anfahren der PAUSE-Position mittels *BoardMaster* (**VERFAHRE NACH..., PAUSE**).

› Basismaterial mit Pilotstiften wie im Kapitel „Befestigung der Leiterplatte“ auf Seite 29 beschrieben befestigen.

› Den Fräskopf mit Hilfe von *BoardMaster* in die linke untere Ecke (-x, -y) des Basismaterials fahren, so daß der Arbeitstiefenbegrenzer das Klebeband noch nicht berührt.

Das Projekt muß im BoardMaster hellgrau auf der dunkelgrauen Maschinenoberfläche sichtbar werden.

› Projekt mit **BEARBEITEN/PLAZIERUNG** so positionieren, daß die graphischen Daten sich komplett auf dem Material befinden. Im Menü kann die Plazierung manuell eingegeben werden. Es kann auch auf das Icon geklickt werden, auf eine Ecke des Projekts, so das die Maschine genau diesen Punkt anfährt.

› Erste Bearbeitungsphase **DRILLINGPLATED** anwählen.

› Mit **ALL+** werden die Bohrdaten selektiert.

Selektierte Daten werden heller dargestellt.

› **AUTO-MOTOR-EIN (** **)**einschalten. (Rechte Motortaste im *BoardMaster*).

› **START** drücken.

BoardMaster fordert das für die Bearbeitungsphase notwendige Werkzeug an. Die Maschine fährt dazu in die Werkzeugwechsel-Position und schaltet automatisch den Motor ab.

Das Werkzeug kann mittels der beiliegenden Pinzette aus dem Schaft des Motors entfernt werden.

› Das angeforderte Werkzeug bis zum Anschlag einsetzen und fixieren.

› Werkzeugwechsel mit **OK** quittieren.

Der Motor schaltet sich ein und der erste Bohrdurchmesser der Bohrphase wird abgearbeitet.

› Nachdem die Bohrungen für den aktuellen Durchmesser abgearbeitet wurden, wird das nächste Werkzeug in gleicher Art und Weise angefordert und gewechselt.

› Wenn die Bohrphase komplett erledigt wurde, wird nach eventuellem Durchkontaktieren, die Fräsphase **MillingBottom** angewählt.

› Es muß die Frästiefe eingestellt werden. Dazu **Universal Cutter** in der **Werkzeug** Combo-Box oben links am Bildschirm anklicken.

Der Fräsbohrkopf fährt in die Werkzeugwechsel-Position.

› Universal-Fräser einsetzen und mit den Pfeiltasten im *BoardMaster* an eine Position über das Basismaterial, nicht aber über das Projekt verfahren.

› Schrittweite manuell eingeben (ca. 10 mm)

,

Fräsbohrmoter einschalten , Fräsbohrkopf absenken

und mit den Pfeiltasten verfahren . Fräskanal kontrollieren (evtl. mit Handmikroskop) und ggf. Frästiefe korrigieren (siehe auch Kapitel „Arbeitsweise Arbeitstiefenbegrenzer“ auf Seite 30).

› **AUTO-MOTOR-EIN (** **)** einschalten. (Rechte Motortaste im *BoardMaster*).

› Mit **ALL+** werden nun die Fräsdaten der Bauteilseite selektiert. Mit **START** wird die Bearbeitung gestartet.

› Danach in die Pause-Position fahren und Material wenden.

› Fräsphase **MillingTop** anwählen und abarbeiten.

› Falls gewünscht, Fräsphase **CUTTING** anwählen und mit Konturenfräser bearbeiten.

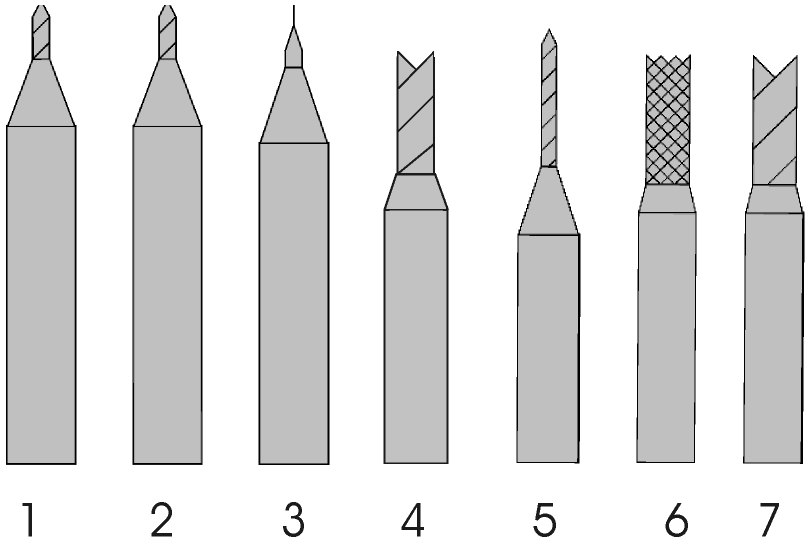
› Pause Position anfahren, Leiterplatte entfernen, und wie im Kapitel „Reinigen der Leiterplatte“ auf Seite 38“beschrieben, fortsetzen.

6.0 Werkzeuge, Material und Zubehör

6.1 Werkzeuge

Die Werkzeuge für die LPKF *ProtoMat* C60 haben zwei unterschiedliche Längen. 36 mm lang sind die Werkzeuge, mit denen die Oberfläche des Materials bearbeitet wird (Fräsen, Gravieren), 38 mm lang sind die Werkzeuge, die zum Bohren oder Konturenfräsen benutzt werden. Folgende Werkzeuge stehen zur Verfügung.

Abbildung 7:LPKF Werkzeuge für Fräsbohrplotter



1- LPKF Universal-Fräser:	Zum Fräsen von Isolationskanälen und zur Frontplattengravur von 0,2 - 0,5 mm (je nach Tiefeneinstellung), Länge 36 mm.
2- LPKF Mikro-Fräser:	Zum Fräsen von Isolationskanälen von 0,1 - 0,2 mm (je nach Tiefeneinstellung), Länge 36 mm
3- LPKF HF-Fräser:	Erzeugen im Schnitt rechteckige Isolationskanäle von 0,15 mm, 0.25 mm oder 0,4 mm Breite.
4- Zweischneider (0,8; 1; 2 mm):	Zum Gravieren von Aluminium und zum Fräsen breiterer Isolationen, verschiedene Durchmesser, (Länge 36 mm).
5- Spiralbohrer:	Zylinderisches Spezialwerkzeug zum Bohren von Leiterplatten (mit verstärkter Seele), verschiedene Durchmesser.
6- Konturenfräser:	Zum Konturenfräsen von Leiterplatten bzw. Fräsen von Ausbrüchen (mit Spanabfuhr nach unten), verschiedene Durchmesser, (Länge 38 mm).
7- Zweischneider (0.8; 1; 2 mm):	Zum Konturenfräsen bzw. Fräsen von Ausbrüchen in Aluminium, HF- und Mikrowellenmaterialien. (Länge 38 mm).

Achtung! Führen Sie einen Werkzeugwechsel nur in den definierten Positionen durch!

Die Werkzeuge müssen in jedem Fall bis zum Anschlag in die Werkzeugaufnahme eingeführt werden. Falls das nicht geschieht, wird die Arbeitstiefe verfälscht. Es kann unter Umständen die Maschinengrundplatte beschädigt werden.

Zum Einführen und wieder Herausziehen des Werkzeugs wird eine Pinzette mitgeliefert.

6.2 Zu bearbeitende Materialien

Grundsätzlich können alle durch LPKF bezogenen Basismaterialien bearbeitet werden. Es steht Ihnen frei, alle anderen Materialien auf eigenes Risiko hin zu bearbeiten. Beachten Sie dabei die Hinweise der Hersteller.

Einfachste Phenolharzqualitäten (FR 2) können jedoch die Fräsqualität negativ beeinflussen.

Glasfaserverstärktes Epoxidmaterial (FR 4 oder G 10) kann durch den entstehenden Frässtaub gesundheitsschädlich sein. (Allergien, Krebsgefahr). Außerdem ist die Standzeit der Werkzeuge erheblich vermindert.

Gefahr! Nie ohne Absaugung arbeiten!

Wir empfehlen Epoxidmaterial ohne Glasfaser (FR 3). Bei bester Fräsqualität und hoher Standzeit der Werkzeuge sind keine Nachteile gegenüber FR 4 bekannt, außer etwas verringerter mechanischer Belastbarkeit (Bruch). Dieser Nachteil dürfte bei Prototypplatinen nicht gewichtig sein, es sei denn, besonders schwere Bauteile sind zu bestücken. Die Haftqualität des Kupfers auf dem Basismaterial ist erfahrungsgemäß ebenfalls geringer, was zum Abheben kleinerer Pads führen kann.

Im Normalfall wird 1,5 mm Gesamtstärke und 35 µm Cu-Stärke verwendet. Mit 17 µm Material können noch feinere Fräskanäle bei hoher Packungsdichte graviert werden. Bei galvanisch durchkontaktierten, 2-seitigen Leiterplatten sollte 5 - 17 µm Cu-Stärke verwendet werden, damit nach dem galvanischen Aufkupfern eine zu dicke Kupferschicht vermieden wird.

Bei 70 µm Material müssen Kompromisse bei der Frästiefeneinstellung eingegangen werden, das heißt, die tiefere Fräsereinstellung bedingt breitere Fräskanäle von 0,5 - 0,7 mm.

Spezielle Basismaterialien mit dickerer Kupferschicht bis zu 300 µm können mit dem LPKF Universalfräser nicht mehr bearbeitet werden. Hierfür sind Konturenfräser bzw. Spezialwerkzeuge notwendig. In solchen Fällen bitten wir um Rücksprache und um Zusendung von Mustermaterial, damit gegebenenfalls Versuche durchgeführt werden können.

Die Bearbeitung von Teflonmaterialien ist möglich, es sind aber folgende Punkte zu beachten:

- Da das Material sehr weich und dadurch oft extrem stark gewellt ist, kann eine konstante Fräsbreite oft nicht eingehalten werden. Vor dem Fräsvorgang sollte daher das Material geglättet werden.
- Durch die Weichheit des Materials ist es nicht möglich so feine Isolationsbahnen wie in Epoxidmaterial zu fräsen.

Gefahr! Bei der Bearbeitung von Teflon können gefährliche Gase entstehen! Teflon vor Überhitzung schützen!

Als Material für HF- und Mikrowellenanwendungen hat sich folgendes Material besonders gut bewährt: RT/Duroid Type 5870, 60XX, RO 4XXX, oder TMM-X.

Bei allen Bearbeitungsvorgängen in Leiterplattenmaterial ist eine Bohrunterlage unumgänglich. Diese ermöglicht das Durchbohren der Leiterplatten ohne die Maschine zu beschädigen. Die Bohrunterlage kann aus einfachem Hartpapier bestehen und sollte 2 mm dick sein.

Zu bearbeitendes Material, das durch LPKF zu beziehen ist:

FR3 - Material:	Gravieren, Bohren, Fräsen
FR4 - Material:	Gravieren, Bohren, Fräsen
Gravurfolie:	Gravieren

Zu bearbeitendes Material, das noch nicht durch LPKF zu beziehen ist:

Teflon:	Gravieren, Bohren, Fräsen

Gefahr! Vor Überhitzung schützen, es können lebensgefährliche Gase entstehen!

Gefahr! Beim Bearbeiten glasfaserhaltiger Materialien kann krebserregender Staub entstehen. Deshalb nur mit eingeschaltetem Staubsauger arbeiten.

Gefahr! Beim Bearbeiten unbekannter Materialien kann krebserregender Staub oder können giftige Gase entstehen. Befragen Sie vor dem Bearbeiten Ihren Lieferanten oder den Hersteller

7.0 Arbeitsabläufe beim Fräsen / Bohren

7.1 Befestigung der Leiterplatte

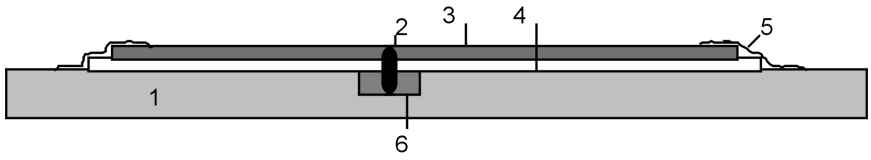
› Basismaterial und Bohrunterlage in X-Richtung mit deckungsgleichen Paßlöchern versehen (Durchmesser 3,05 mm). Dies kann auch auf einer beliebigen Ständerbohrmaschine durchgeführt werden. Es ist zu beachten, dass sich der Durchmesser beim galvanischen Durchkontaktieren verringert.

› Fräsbohrkopf in die PAUSE-Position verfahren. Pilotstifte in den vorderen und in den hinteren Passlochstreifen hineinstecken. Unbedingt darauf achten, daß der vordere Passlochstreifen gegen den Referenzpin vorn in der Maschinennut geschoben ist.

› Vorgebohrtes Basismaterial und Bohrunterlage über den Pilotstift positionieren. Das Format des Basismaterials sollte so gewählt werden, daß die Passlochstreifen nicht weiter als 10 mm verschoben werden müssen, da das Passlochsystem sonst an Genauigkeit verlieren kann.

› Das jetzt positionierte Basismaterial zusätzlich mit Klebeband (empfohlen Tesakrepp 5250) an allen Seiten befestigen. Damit wird das Hochbiegen der Ecken der Leiterplatte verhindert.

Abbildung 8:Befestigung der Leiterplatte



1- Maschinenbett (Aluminiumgrundplatte)
2- Pilotstifte 3 mm Durchmesser
3- Basismaterial ca. 1.6 mm stark
4- Bohrunterlage 2 mm stark
5- Klebeband
6- Passlochstreifen

Die Pilotstifte halten die Leiterplatte in Position. Das ist besonders beim Konturenfräsen notwendig. Zum anderen sind sie aber auch die Referenz beim Wenden von doppelseitigen Leiterplatten.

Achtung! Schalten Sie den Staubsauger ein! Bedenken Sie, daß gegebenenfalls der Staubsaugerfilter gewechselt werden muß! Wichtig ist, daß sich zwischen den einzelnen Schichten kein Schmutz (Klebebandreste, Bohr- oder Frässpäne) befindet, damit das Basismaterial exakt plan aufliegt. Kleine Partikel unter dem Basismaterial würden die Gleichmäßigkeit der Frästiefe negativ beeinflussen.

7.2 Arbeitsweise Arbeitstiefenbegrenzer

Gefahr! Halten Sie Ihre Finger während des Betriebes außerhalb des Verfahrbereiches der Maschine!

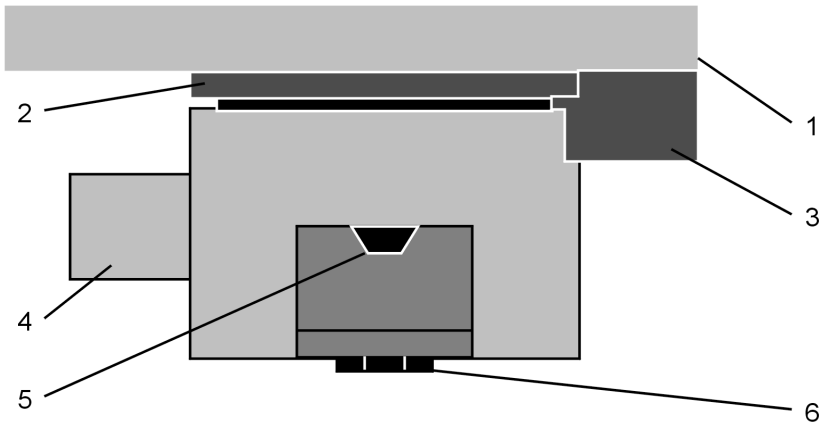
Beim Fräsen von Isolationskanälen in oft leicht gebogene Leiterplattenmaterialien kommt es besonders darauf an, die Frästiefe konstant zu halten. Bei der LPKF *ProtoMat* C60 wird das mit dem mechanischem Arbeitstiefenbegrenzer erreicht.

Es ergeben sich folgende positive Effekte:

- Das Material wird abgetastet. Der Arbeitstiefenbegrenzer folgt leicht gebogenen Leiterplatten.
- Das Material wird durch den Arbeitstiefenbegrenzer in gewissen Grenzen niedergehalten.

Das Absenken des Kopfes erfolgt mit einem Hubmagnet, das Anheben mit einer Feder.

Abbildung 9:Arbeitstiefen-begrenzer der LPKF ProtoMat C60

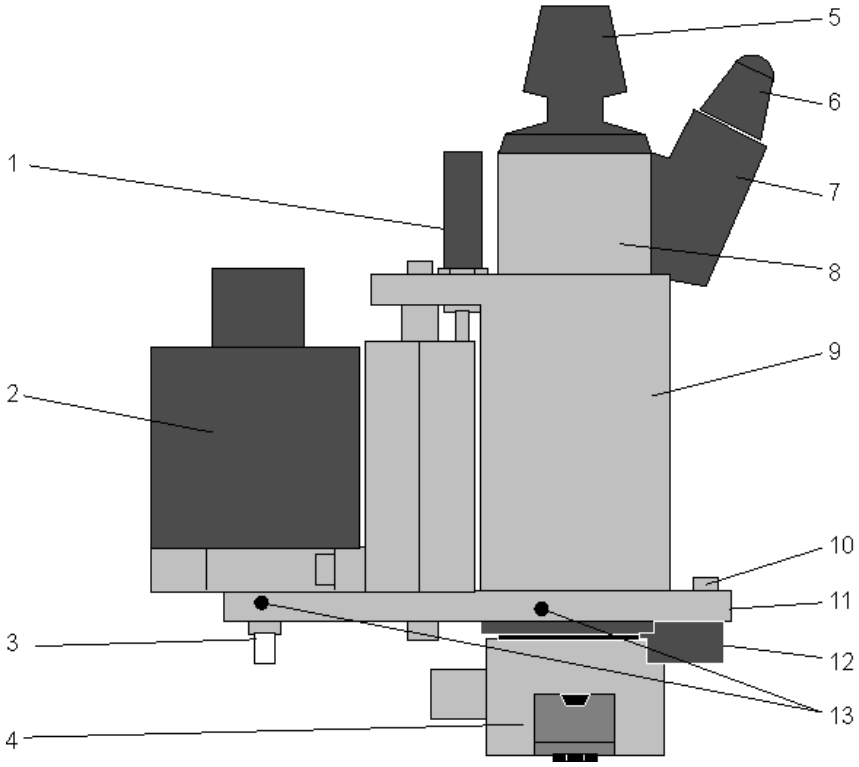


1- Halteplatte
2- Rändelmutter zur Frästiefeneinstellung
3- Halteblock für Arbeitstiefenbegrenzer
4- Absaugstutzen
5- Werkzeugaufnahme (Spannzange)
6- Abtastring im Arbeitstiefenbegrenzer

Die Frästiefeneinstellung erfolgt durch Verstellen der Rändelmutter (2) am Arbeitstiefenbegrenzer. Wenn das Rad im Uhrzeigersinn gedreht wird, wird die Frästiefe vergrößert. Gegen den Uhrzeigersinn wird sie feiner eingestellt. Pro Raste wird die Frästiefe um ca. 4 µm geändert. Drehen im Uhrzeigersinn ist, besonders bei abgesenkten Kopf, leichter als umgekehrt.

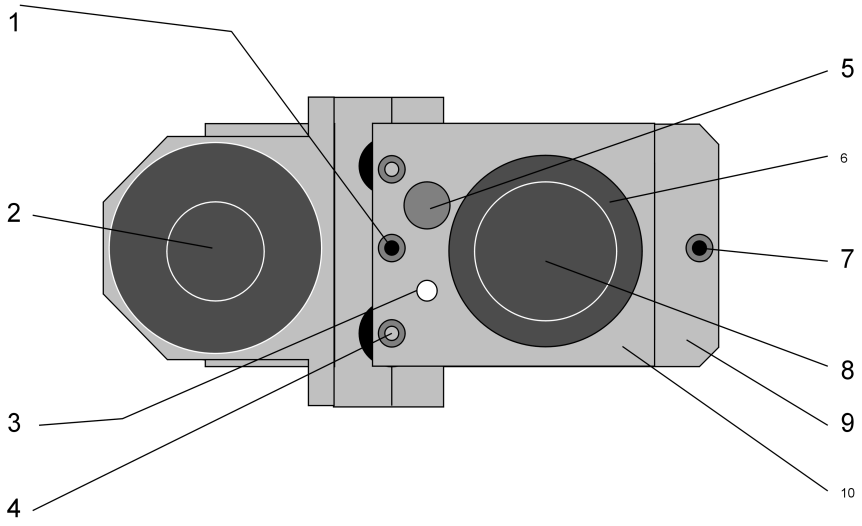
7.3 Funktionselemente am Fräsbohrkopf

Abbildung 10:Fräsbohrkopf Vorderansicht



1- Stoßdämpfer
2- Hubmagnet
3- Justage Anschlag Kopf unten (Achtung! Nicht verstellen!)
4- Arbeitstiefenbegrenzer
5- Knauf für Werkzeugwechsel
6- Stecker für Schnellfrequenzspindel
7- Anschlußbuchse der Schnellfrequenzspindel
8- Schnellfrequenzspindel
9- Halteblock
10- Fixierschraube für Arbeitstiefenbegrenzer
11- Basisplatte für SF-Spindel
12- Einstellschraube für Rändelmutter (Achtung! Nicht verstellen!)

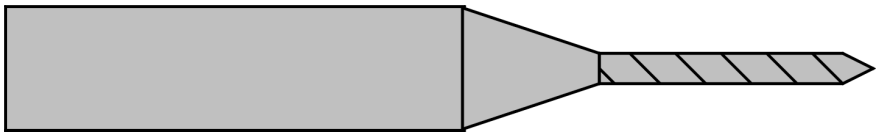
Abbildung 11:Fräsbohrkopf Draufsicht



1- Justiermutter für Kopfanschlag oben
2- Hubmagnet
3- Gewindebohrung für Transportsicherung und Optionen
4- Z-Führung
5- Stoßdämpfer
6- Schnellfrequenzspindel
7- Fixierschraube für Arbeitstiefenbegrenzer
8- Knauf für Schnellfrequenzspindel
9- Basisplatte
10- Halteblock für Schnellfrequenzspindel

7.4 Bohren

Abbildung 12:



Achtung! Vor dem Bohren ist der feste Sitz der Leiterplatte zu prüfen! Schalten Sie den Staubsauger ein!

Das Bohren der Leiterplatten geschieht mit speziellen Leiterplattenbohrern. Wichtig ist in jedem Fall, daß das Absenken mit konstanter Geschwindigkeit passiert. Dies wird durch Einstellung des Werkzeugs möglichst dicht über dem zu bohrendem Material erreicht. Diese Justage kann an einer Einstellmutter vorgenommen werden. Eine zu hohe Absenkgeschwindigkeit hat, besonders bei kleinen Bohrdurchmessern, Grat zur Folge.

Es kann immer nur eine Leiterplatte auf einmal gebohrt werden. Mehrere Leiterplatten übereinander sind nicht möglich! Eine Bohrabdeckplatte wird nicht benötigt. Alle Bohrer haben eine Länge von 38 mm. Weitere Hinweise im Kapitel „Praxistips“ auf Seite 39.

7.5 Isolationsfräsen

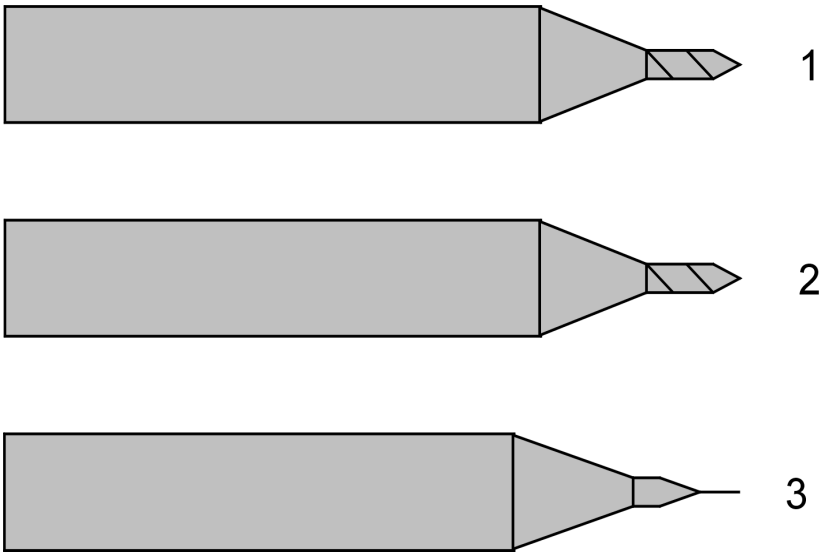


Abbildung 13:LPKF Unversal- (1), Mikro- (2) und HF-Fräser (3)

Achtung! Vor dem Fräsen ist der feste Sitz der Leiterplatte zu prüfen! Schalten Sie den Staubsauger ein!

Vor dem Fräsen muß sichergestellt sein, daß scharfe LPKF (36 mm lang) verwendet werden. Die Fräsbreite wird entsprechend der Bestückungsdichte zwischen 0,2 und 0,5 mm eingestellt.

Es ist ratsam, das Basismaterial vor der Bearbeitung mit einem Reinigungsspray zu entfetten (Entfetter für elektronische Bauteile). Dadurch kann die Frässpäne besser abgesaugt werden.

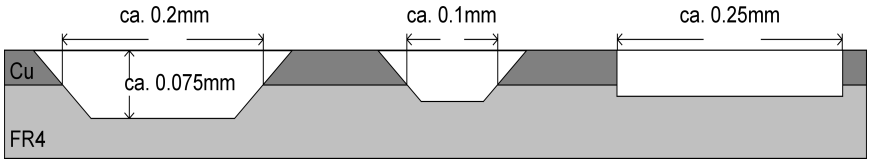
Grundsätzlich sollte die Frästiefe so breit (tief) wie möglich eingestellt werden. Wenn nur mit der vordersten Fräserspitze (<0.2 mm Isolation) gearbeitet wird, nutzt sich das Werkzeug schneller ab, als wenn tiefer gefräst wird.

Mit den LPKF Mikro-Fräsern können noch feinere Isolationskanäle erzeugt werden, allerdings ist die Lebensdauer nur ca. 10% der oben erwähnten LPKF Universal-Fräser.

Achtung! Mikro-Fräser und Universal-Fräser nicht verwechseln. Beide sind nur unter einem Mikroskop zu unterscheiden.

Speziell für die HF-Technik wurde ein Fräser entwickelt, der einen im Schnitt rechteckigen Isolationskanal erzeugt.

Abbildung 14:Fräskanal beim LPKF Universal-, Mikro- und HF-Fräser



Weitere Hinweise finden Sie im Kapitel „Praxistips“ auf Seite 39.

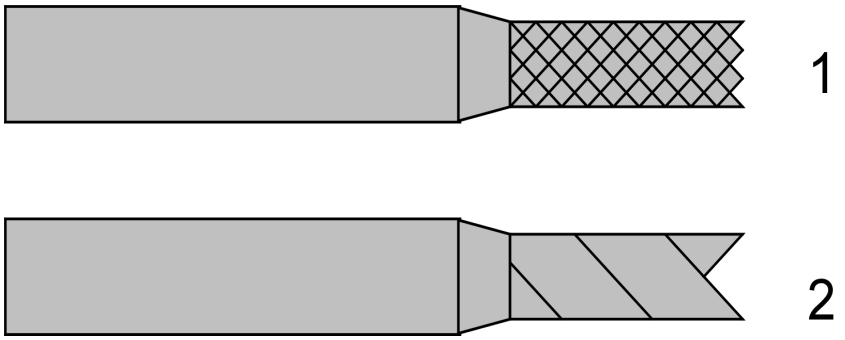
Vor- und Nachteile verschiedener Materialien siehe Kapitel „Zu bearbeitende Materialien“ auf Seite 27.

Nach der Bearbeitung muß die Leiterplatte gereinigt werden. Das kann in einer Bürstmaschine oder auch manuell mit Platinenreinigern (LPKF Zubehör) geschehen. In jedem Fall muß die Leiterplatte sorgfältig mit Wasser gespült werden, um den beim Bürsten entstandenen Kupferstaub wegzuspülen.

Nach dem Spülen muß die Leiterplatte gut getrocknet werden (Fön) und anschließend gegen Oxydation mit einem Lötlack geschützt werden.

7.6 Konturenfräsen in Leiterplattenmaterial

Abbildung 15:Konturenfräser (oben) und Zweischneider (unten)



Die Verfahrgeschwindigkeit muß für das Konturenfräsen herabgesetzt werden. Das kann von Material zu Material unterschiedlich sein. Nur spezielle Konturenfräser (38 mm lang) verwenden: möglichst 1 oder 2 mm Durchmesser.

Der 1 mm Konturenfräser sollte nur für Innenausbrüche verwendet werden (geringer Innenradius). Er bricht relativ schnell ab, daher ist die Vorschubgeschwindigkeit auf Minimum einzustellen.

Der 2 mm Konturenfräser ist wesentlich robuster, nimmt aber nicht soviel Material weg wie der 3 mm Fräser.

Beim Konturenfräsen mit einem 3 mm Fräser wird sehr viel Material entfernt. Außerdem kann bei zu hoher Verfahrgeschwindigkeit die Schnellfrequenzspindel überlastet werden.

Zum Konturenfräsen von weichen HF-Basismaterialien werden statt der Konturenfräser sogenannte Zweischneider verwendet.

Achtung! Alle in BoardMaster vorgegebenen Drehzahlen und Vorschubgeschwindigkeiten beziehen sich auf FR4-Material. Für andere Materialien sollte zunächst mit geringerer Vorschubgeschwindigkeit gearbeitet werden.

Gefahr! Bedenken Sie, daß beim Zerspanen von Materialien wie FR4 krebserregender Staub (durch Glasfasern) entstehen kann. Daher immer mit eingeschalteten Staubsauger arbeiten. Immer Feinstfilter benutzen.

Gefahr! Beim Zerspanen einiger Materialien (z.B. Teflon) können lebensgefährliche Gase entstehen!

7.7 Fräsen breiter Isolationskanäle

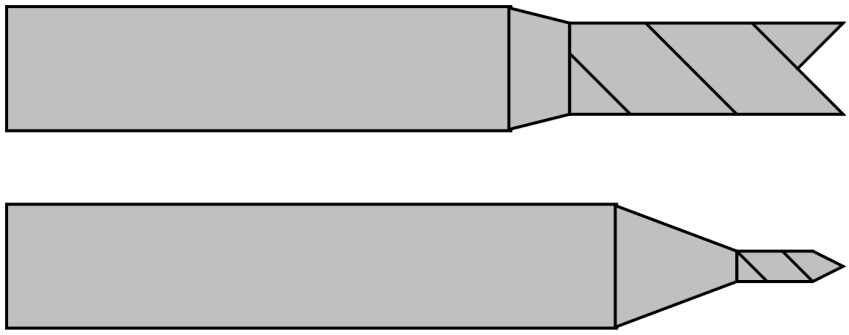
Abbildung 16:Zweischneider

Breite Isolationskanäle können durch 36 mm lange Zweischneider erstellt werden. Es stehen verschiedene Durchmesser zur Verfügung.

Die Frästiefe muß so eingestellt werden, daß beim Abtragen des Kupfers nur minimaler Grat entsteht. Der 3 mm Zweischneider eignet sich besonders gut zum Fräsen sehr breiter Isolationskanäle (VDE-Vorschriften).

7.8 Frontplattengravur

Abbildung 17:Zweischneider (oben) und Universal-Fräser (unten)



Beim Gravieren ist die Verfahrgeschwindigkeit je nach Graviertiefe und Material einzustellen. Es sind LPKF Universal Fräser oder LPKF Zweischneider zu verwenden.

Gefahr! Auch beim Gravieren mit Staubsauger arbeiten!

Durchfräsen von bis zu 3 mm starken Aluminiumfrontplatten ist mit dem Fräsbohrplotter LPKF *ProtoMat* möglich.

7.9 Das Fräsen von Layoutfilmen

Abbildung 18:HF-Fräser

› Filmunterlage (Plexiglas- oder Glasscheibe) auf dem Maschinentisch mit Tesaband befestigen.

› Filmmaterial mit der beschichteten Seite (matt) nach oben auf die Unterlage legen.

› Filmmaterial nun fest und plan auf die Filmunterlage streichen bis keine Luft mehr eingeschlossen ist.

› Den Film nun an allen 4 Seiten mit transparentem Klebeband (darf nicht dehnbar sein) luftdicht festkleben. Es dürfen keine Luftblasen zwischen Film und Unterlage entstehen.

Am Rand des Filmes kann nun die Frästiefe eingestellt werden. Sie kann überprüft werden, indem ein Rahmen rings um die Filmfläche gefräst wird. (manuell Verfahren).

› Die Verfahrgeschwindigkeit sollte auf ca. 15 mm/sec reduziert werden.

Hinweis: Für das Fräsen von Layoutfilmen kommt z.B der HF-Fräser 0,25 mm zur Anwedung.

› Absaugung einschalten und am elektronischen Regler des Staubsaugers die Leistung auf die Hälfte reduzieren. Wenn kein elektronischer Regler vorhanden, kann mit halber Kraft gesaugt werden indem am Absaugstutzen „Nebenluft“ gesaugt wird.

Das Filmfräsprogramm kann nun gestartet werden.

Filmmaterial ist im Format DIN A3 und DIN A4 erhältlich. (Spezialgrößen auf Anfrage).

Hinweis: Filmbeschichtung ist kratzempfindlich und wasserlöslich, daher nicht mit Wasser in Berührung kommen lassen. Auf Wunsch kann der Film mit einem Einfärber umkopiert werden. Siehe auch weitere Ratschläge im Kapitel „Praxistips“ auf Seite 39.

7.9.1 Korrekturmittel

Mit dem Korrekturmittel Duroscal Korrekturschicht rot können Gravurfolien ausgebessert werden. Die Anwendung ist sehr einfach. Die fehlerhaften Stellen damit einpinseln, ca. 5 min. antrocknen lassen und dann wie gewohnt die Gravurfolie weiterverarbeiten.

Die korrigierten Stellen können nur mit Schnellentschichter entschichtet werden.

Achtung! Sicherheitshinweise auf dem Behälter des Korrekturmittels beachten!

7.9.2 Einfärbung von Fräsfilmen

Für die gefrästen Negativfolien gibt es Duroscal Einfärber schwarz, mit dem Sie Positive erstellen können. Die fertig gefräste Gravurfolie wird mit Duroscal Einfärber eingefärbt, indem man die Flüssigkeit auf einen SAFIR Tampon gießt und gleichmäßig auf der gesamten Folie verteilt. Überschüssige Farbe muß mit Zellstoff abgewischt werden. Die eingefärbte Folie muß zum Kontrollieren gegen das Licht gehalten werden, um schwach deckende Stellen zu finden und nachzufärben. Danach sofort entschichten. Der Einfärber muß nicht trocknen.

Achtung! Sicherheitshinweise auf dem Behälter des Einfärbers beachten! Der Einfärber darf nicht auf die Rückseite des Filmes gelangen, da er sich hier nicht wieder entfernen läßt! Der Einfärber läßt sich auch von anderen Oberflächen (Textilien, Haut) nur sehr schlecht entfernen (Kittel und Gummihandschuhe tragen)!

7.9.3 Entschichten

Achtung! Sicherheitshinweise auf dem Behälter des Schnellentschichters beachten!

Beim Entschichten nur einen Film pro Behälter bearbeiten, damit eine eventuell noch mit Einfärber angefeuchtete Oberfläche nicht die Rückseite des zweiten Films beschädigt.

Beim Entschichten gibt es zwei Möglichkeiten:

Schnelle Entschichtung.

Den Schnellentschichter auf die Folie aufgießen und die angelöste Schutzschicht sofort mit Zellstoff unter leichtem Druck abwischen. Hinterher wird die Folie mit Zellstoff, Fließpapier oder einem Tuch getrocknet.

Wasserentschichtung.

Die Folie muß hierzu in eine Schale mit handwarmem Wasser (angereichert mit etwas Geschirrspülmittel) gelegt werden. Die Schutzschicht löst sich nach etwa 30 Minuten. Eventuell zurückbleibende Schichtreste müssen mit einer feinen Handbürste entfernt werden. Diese Methode ist preiswerter und umweltfreundlicher! Der Film kann beliebig lange im Wasserbad verweilen.

7.10 Fräsen von Lötstopfolien

Einstellungen

Werkzeug:	Unimill 100 Microfräser
Werkzeugdurchmesser:	0,15 mm
Drehzahl:	40.000 (20.000) min-1
Geschwindigkeit:	10 (5) mm/s

Werte in Klammern gelten für Fräsbohrplotter mit Gleichstrommotor!

› Stellen Sie auf der nicht genutzten Randfläche der Lötstoppfolie die Frästiefe ein

› Mittels Verfahrtasten in *BoardMaster* sollten Sie bei eingeschaltetem Motor ein Quadrat von 2 x 2 mm fräsen, um so die Frästiefe einzustellen.

› Schalten Sie die Absaugung ein.

› Starten Sie den Fräsvorgang mit den von *CircuitCAM* aufbereiteten Daten.

› Kontrollieren Sie nach Beendigung des Fräsvorgangs, ob alle Pads ausgeschnitten worden sind. Ist dies nicht der Fall, so starten Sie den Fräsvorgang ein zweites Mal.

7.11 Fräsen mit Mikrometerschraube (optional)

Die Mikrometerschraube dient der genauen Tiefeneinstellung unabhängig von der Materialoberfläche und ermöglicht somit das Bearbeiten von bestückten Leiterplatten sowie mechanischen Teilen. Der untere Stab der Mikrometerschraube dient bei dieser Anwendung als Anschlag und verhindert ein weiteres Absenken des Maschinenkopfes.

7.12 Reinigen der Leiterplatte

Vor dem Bestücken muß die fertige Leiterplatte sorgfältig gereinigt werden. Das kann in Leiterplattenbürstmaschinen geschehen oder von Hand.

Beim Reinigen von Hand legt man die Leiterplatte auf eine ebene Unterlage. Man bürstet mit einem nassen Platinenreiniger (z.B. LPKF Platinenreiniger PAD) die Platine in der Vorzugsrichtung der Leiterbahnen. Das Bürsten soll zum einen die Oxidationsschicht entfernen, und zum anderen Späne im Isolationskanal lösen. Nach dem Bürsten muß die Leiterplatte metallisch blank sein. Von jetzt an sollte die Platine nur noch an den Rändern mit Handschuhen angefaßt werden. Nun wird die Platine am besten unter fließendem heißen Wasser abgespült um die Bürstspäne aus den Isolationskanälen zu entfernen und anschließend mit einem Fön getrocknet.

Achtung! Niemals mit Preßluft ausblasen, da die hierin enthaltenden Ölpartikel bei der Weiterverarbeitung Probleme verursachen können.

Nach dem Trocknen wird die Platine von beiden Seiten mit Lötlack eingesprüht.

7.13 Praxistips

- Bei der Frästiefe die Einstellung so wählen, daß **eher zu tief graviert** wird. Zu geringe Tiefe beim Gravieren fördert die Abnutzung des Fräswerkzeuges.
- Wird die **Fräsbreite (tiefe) ungleichmäßig**; dann kann es dafür mehrere Gründe geben:
    - Wichtig ist immer ein wirklich **sauberes Maschinenbett**.
    - **Reste von Klebestreifen** oder ähnliches können die Frästiefe stark beeinträchtigen.
    - Auch **Frässpäne** zwischen dem Maschinenbett, Bohrunterlage und Leiterplatte können die Genauigkeit verringern.
- Stark **verformte Materialien** so biegen, daß die Durchbiegung nach unten zeigt; dann an den Rändern gut mit Klebeband befestigen.
- Wichtig für eine genaue Frästiefe ist aber auch das **Absaugen** der Fräs- und Bohrspäne.
- **Haken zwischen den Fräsbahnen** können bei falscher Fräsfolge auftreten, insbesondere bei Kreisen. Wenn mit einem rechtsdrehendem Werkzeug ein Kreis gegen den Uhrzeigersinn gefräst wird, kann es bei überlappenden Fräsbahnen zu **feinen Häkchen** zwischen den Kupferflächen kommen. Die Ursache ist eine Verringerung der Schnittgeschwindigkeit an den Außenkanten.
  Die Lösung liegt hier in der Festlegung der richtigen Fräsrichtung in LPKF *CircuitCam*. Das LPKF *CircuitCam* Standardprocessing enthält bereits die korrekten Fräsrichtungen (siehe Handbuch LPKF *CircuitCam*).
- **Fräsgrat** kann durch stumpfe Werkzeuge oder falsche Verfahrgeschwindigkeit verursacht werden. Falls es die zu fräsende Struktur zuläßt, kann durch Tieferstellen korrigiert werden. Sonst ist das Werkzeug auszutauschen.
- **Grat beim Konturenfräsen** oder **unsaubere Schnittkanten** entstehen entweder durch ein stumpfes Werkzeug oder falsche Vorschubgeschwindigkeit.
- Die **Farbe des Fräskanals** sagt bei einigen Materialien etwas über den Zustand des Werkzeugs aus. Bei Epoxidmaterialien deuten dunkle Isolationsbahnen auf scharfes, hellere auf stumpferes Werkzeug hin.
- **Bohrgrat** tritt entweder bei stumpfen Werkzeug oder bei zu hoher Absenkgeschwindigkeit des Kopfes auf. Im ersten Fall Werkzeug wechseln. Im zweiten Fall muß die Höhe des Werkzeugs über dem Material verringert werden.

- **Ausweichen des Bohrers** tritt besonders bei nicht mehr ganz scharfen, dünnen Werkzeugen auf. Es hängt aber auch von der Oberflächenstruktur des Materials ab. Wenn z.B. die Glasfaserstruktur bei FR4-Materialien sich durch das Kupfer durchdrückt, ist ein Ausweichen des Bohrers auch mit einem scharfen Werkzeug nicht vermeidbar. Bei Materialien mit zusätzlicher, abziehbarer Kupferfolie (FR4-Material mit 18 µm oder 9 µm Cu-Auflage) ist das Ausweichen des Bohrers sehr gering. Durch einen zusätzlichen Arbeitsschritt können alle Bohrungen zunächst angekörnt werden. Dadurch wird das Ausweichen des Bohrers ebenfalls vermieden.
- Ein **Verglasen der Bohrung** durch das Schmelzen des Basismaterials tritt dann auf, wenn der Bohrer nach dem Durchbohren zu lange im Loch verweilt. Diese Bohrungen machen dann beim Durchkontaktieren Probleme. Gegebenenfalls Bohrzeiten verringern.
- **Bohrer brechen ab**, wenn die Bohrunterlage schon mehrfach benutzt wurde. Die Bohrunterlage sollte für jede neue Leiterplatte gewechselt werden. Wenn ein Bohrer auf die Kante einer vorhandenen Bohrung in der Unterlage trifft, ist ein Abbrechen kaum zu vermeiden. Abgebrochene Werkzeuge unbedingt aus Leiterplatte und Bohrunterlage entfernen. Die Bohrer können auch abbrechen, wenn das Werkzeug zu hoch über dem Material steht. Durch verstellen der Einstellventile am pneumatischen Hub wird die Absenkgeschwindigkeit angepaßt. Dies verhindert das Abbrechen von Bohrern und erhöht die Standzeit aller Werkzeuge.
- **Fräskanäle** beim Folienfräsen werden **ungleichmäßig**, wenn sich unter dem Film noch Luft befindet. Wenn der **Film** mit einem **dehnbaren Klebeband** befestigt wird, kann sich der Film nach einiger Zeit wellen. Wichtig ist besonders hier die Ebenheit der Fräsunterlage (LPKF Gravurfolienunterlage).
- **Grat beim Folienfräsen** tritt entweder durch ein stumpfes Werkzeug oder durch zu tiefes Fräsen auf.
- **Versatz zwischen Löt- und Bestückungsseite** tritt auf, wenn die HOME-Position nicht genau programmiert wurde.

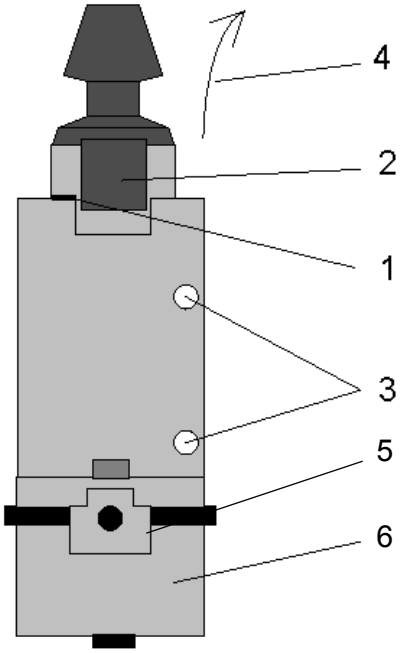
8.0 Anhang

8.1 Wartung

- Die Wellen sind sauber zu halten.
- In Räumen mit hoher Luftfeuchtigkeit gelegentlich mit leicht öligem Lappen abreiben.
- Transportspindeln ölfeucht und sauber halten.

Achtung! Lager nicht ölen!

Abbildung 19:



Arbeitstiefenbegrenzer in regelmäßigen Abständen demontieren und reinigen. Dazu Gerät ausschalten. Dann folgendermaßen vorgehen:

› Einsetztiefe der Spindel markieren (1).

› Stecker von der Spindel entfernen (2).

› Innensechskantschrauben (3), mit der die Schnellfrequenzspindel im Halteblock geklemmt ist, lösen.

› Spindel kann nun nach oben herausgezogen werden (4). Dabei ggf. leicht hin- und herdrehen.

› Den Halteklotz entfernen.

› Der Arbeitstiefenbegrenzer (6) kann nun seitlich zum Reinigen weggezogen werden.

› Beide Teile des Arbeitstiefenbegrenzers mit dem mitgelieferten Pinsel reinigen.

Achtung! Gewinde des Arbeitstiefenbegrenzers nur mit Graphit fetten!

› Nach der Reinigung wird der Arbeitstiefenbegrenzer wieder in umgekehrter Reihenfolge montiert. und die Spindel wieder in den Haltblock hineingesteckt. **Dabei auf die Markierung achten!**

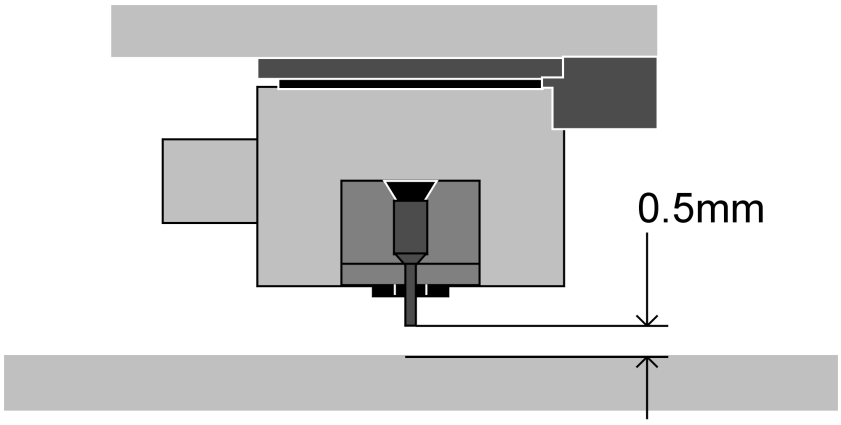
› Vor Inbetriebnahme unbedingt richtige Einsetztiefe der Spindel überprüfen. Der Abstand zwischen Bohrerspitze und Maschinenplatte muß bei abgesenktem Kopf 0.5 mm betragen.

Achtung! Wenn der Abstand zu klein ist, kann beim Bohren die Maschinenplatte beschädigt werden. Bei zu geringem Abstand kann das Gerät nicht mehr Durchbohren.

› Zuletzt die Schrauben (3) wieder anziehen und den Stecker wieder auf die Spindel setzen

Bei Montage der Schnellfrequenzspindel Abstand prüfen.

Abbildung 20:



8.2 Abstreifer der Schlittenführungen ölen

An dem LPKF *ProtoMat* C60 muß darauf geachtet werden, daß die Abstreifer der Schlittenführungen immer ölfeucht sind.

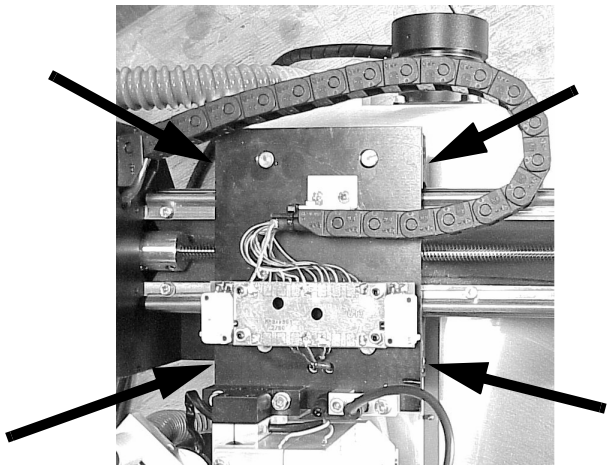
8.2.1 Abstreifer der Y-Achse

› Fahren Sie den Fräsbohrkopf in die Homeposition, bevor die Y-Achse geölt wird.

› Vor dem Ölen der Y-Achse sind die 4 auf der Abdeckhaube befindlichen Schrauben mit einem 3 mm Innensechskantschlüssel zu lösen und herauszuschrauben. Nachdem die Schrauben nun entfernt sind, nehmen Sie die Abdeckhaube ab.

Die Positionen der Ölbohrungen für die Abstreifer der Y-Achse sind in Abbildung 21 auf Seite 43 mit Pfeilen gekennzeichnet:

Abbildung 21:

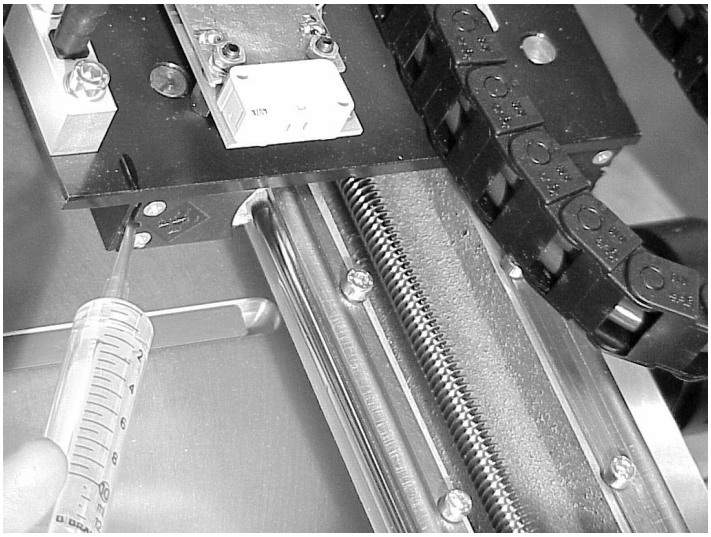


Hinweis: Zum Ölen benutzen Sie unbedingt ein säurefreies Feinmechaniker- oder Nähmaschinenöl!

› Stecken Sie die Dosiernadel (konisch grau) auf die Einmalspritze (beides im Lieferumfang enthalten).

Wie die Spritze nun aufgebaut sein muß, sehen Sie in Abbildung 22 auf Seite 44.

Abbildung 22:



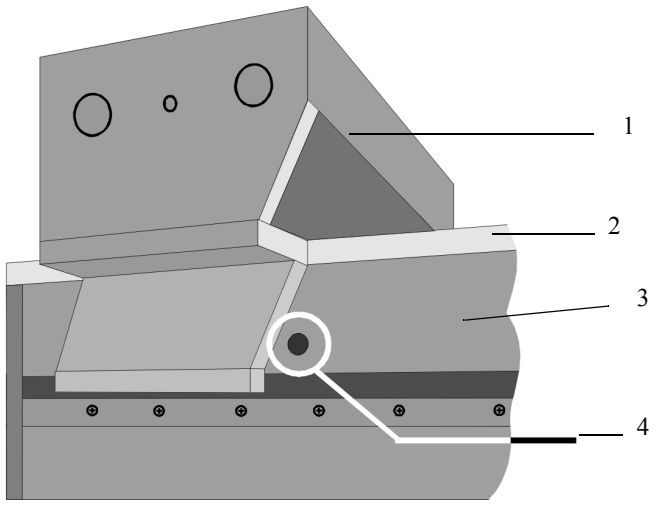
› Ölen Sie nun alle vier Ölabstreifer mit Hilfe der kleinen Injektionsspritze (siehe Abbildung 22 auf Seite 44). Die vorgeschriebene Ölmenge pro Ölabstreifer beträgt 0,5 ml.

Nach dem Ölen aller 4 Ölabstreifer ist die Abdeckhaube aufzusetzen und festzuschrauben.

8.2.2 Abstreifer der X-Achse

Die Abstreifer für die X-Achse befinden sich auf beiden Seiten des Schlittens, jeweils vor und hinter der Führungswange, (4 Stück insgesamt). Um an diese Abstreifer heranzukommen, ist links und rechts eine Bohrung in der Abdeckung der Führungsschienen angebracht.

Abbildung 23:



1- Werkzeugschlitten
2- Maschinengrundplatte
3- Abdeckung der Führungsschienen
4- Versorgungsöffnung

8.2.3 Befüllen der hinteren Abstreifer

› Der Schlitten wird in die Werkzeugwechselposition gefahren.

Die Versorgungsöffnungen befinden sich jetzt hinter der Führungswange.

Mittels der mitgelieferten Spritze kann jetzt Öl durch die Öffnung in die Bohrung des Abstreifers jeder Seite eingefüllt werden (0,5ml).

8.2.4 Befüllen der vorderen Abstreifer

› Der Schlitten wird aus der Werkzeugwechselposition um 112 mm nach hinten (+X) verfahren.

Die Versorgungsöffnungen befinden sich jetzt vor der Führungswange und die Abstreifer können mit der Spritze gefüllt werden (0,5ml).

Achtung! Überschüssiges Öl vom Gehäuse abwischen, da der Lack zerfressen werden könnte.
Niemals den Schlitten von Hand verschieben, da sonst die Schrittmotorenendstufen durch Induktionsspannung beschädigt werden können!

8.3 Serieller Anschluß SERIAL1

Der serielle Datenkanal SERIAL1 entspricht einer RS 232-C Standardschnittstelle mit galvanischer Entkopplung und dient der Kommunikation der Steuerung mit einem PC. Der Signaleingang DCD an der Steuerung erlaubt ein schnelles STOP der Steuerung, wenn der Signalpegel von Low auf High wechselt. Damit ist es möglich, die Maschine direkt vom PC durch aktivieren des Signals DTR zu stoppen. Die Übertragungsgeschwindigkeit der SERIAL1 wird mit den DIL-Schaltern 1 und 2 programmiert.

Schalter 1	Schalter 2	Baud-Rate
OFF	OFF	4800 Baud
ON	OFF	9600 Baud
OFF	ON	19200 Baud
ON	ON	-

Belegung der SERIAL1:

Pin	Signal	Bedeutung
2	TXD	Transmit Data
3	RXD	Receive Data
4	RTS	Request to Send
5	CTS	Clear to Send
7	GND-I	Ground (isoliert)
8	DCD	Data Carrier Detect
20	DTR	Data Terminal Ready

Alle Signale sind galvanisch entkoppelt; alle nicht bezeichneten Kontakte sind unbenutzt.

8.4 Serieller Anschluß SERIAL2

Der serielle Datenkanal SERIAL2 entspricht einer RS 232-C Standardschnittstelle und kann für die Kommunikation der Steuerung mit einem weiteren System verwendet werden. Die Übertragungsgeschwindigkeit der SERIAL2 wird mit den DIL-Schaltern 3 und 4 programmiert.

Schalter 3	Schalter 4	Baud-Rate
OFF	OFF	4600 Baud
ON	OFF	9600 Baud
OFF	ON	19200 Baud
ON	ON	-

Belegung der SERIAL2

PIN	Signal	Bedeutung
3	TXD	Transmit Data
2	RXD	Receive Data
7	RTS	Request to Send
8	CTS	Clear to Send
5	GND	Ground

Alle nicht bezeichneten Kontakte sind unbenutzt.

8.5 Anschluß der Schrittmotoren

Die Schrittmotoren werden je Achse über einen 15-poligen SUB-D Steckverbinder angeschlossen. Das Ansprechen eines Endschalters blockiert sofort eine weitere Bewegung der Achse in die Richtung des Endschalters. Die Position der Buchsen wird im Kapitel „Anzeigen und Anschlüsse“ auf Seite 15 beschrieben.

Achtung! Nie Schrittmotor- und Fräsbohrkopfkabel verwechseln!

8.6 Anschluß des Fräskopfes

Der Fräsbohrkopf wird über eine 15-polige Buchse mit der Steuereinheit verbunden. Die Position der Buchse wird im Kapitel „Anzeigen und Anschlüsse“ auf Seite 15 beschrieben. Ein weiteres 5-poliges Kabel versorgt die Schnellfrequenzspindel.

Achtung! Nie Schrittmotor- und Fräsbohrkopfkabel verwechseln!

8.7 EPROMs

Die Software für die Steuerung befindet sich in 2 EPROMs. Falls die EPROMs ausgetauscht werden sollen (Updates), muß die LPKF *ProtoMat* C60 teilweise demontiert werden. Dabei wie im Kapitel „El. Sicherungen, Umschalten Gerätespannung“ auf Seite 47 vorgehen.

Die EPROMs nur mit einem sogenannten IC-Zieher entfernen, da sonst die Kontakte der Fassungen beschädigt werden können. Beim Einsetzen der neuen EPROMs die Leiterplatte von unten unterstützen, um ein zu starkes Durchbiegen zu vermeiden. Dabei auf die richtige Lage und Position der EPROMs achten.

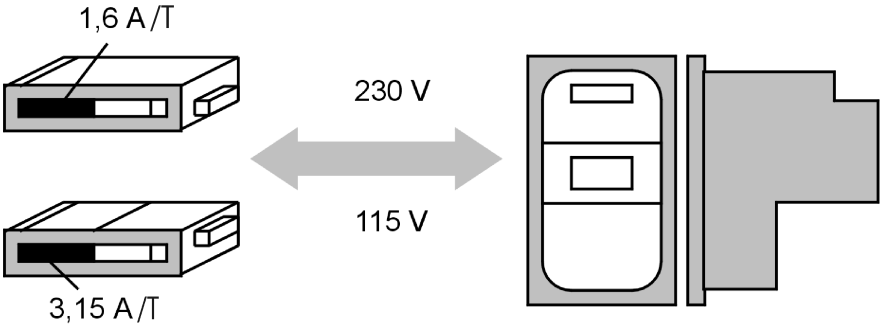
8.8 El. Sicherungen, Umschalten Gerätespannung

Gefahr! Bevor Sie an den Sicherungen arbeiten oder das Gerät öffnen, müssen Sie unbedingt den Netzstecker ziehen!

Die LPKF *ProtoMat* C60 ist sowohl primärseitig, als auch sekundärseitig abgesichert. Die netzseitigen Sicherungen (primär) befinden sich im Netzanschluß der Steuerung und sind von außen zugänglich.

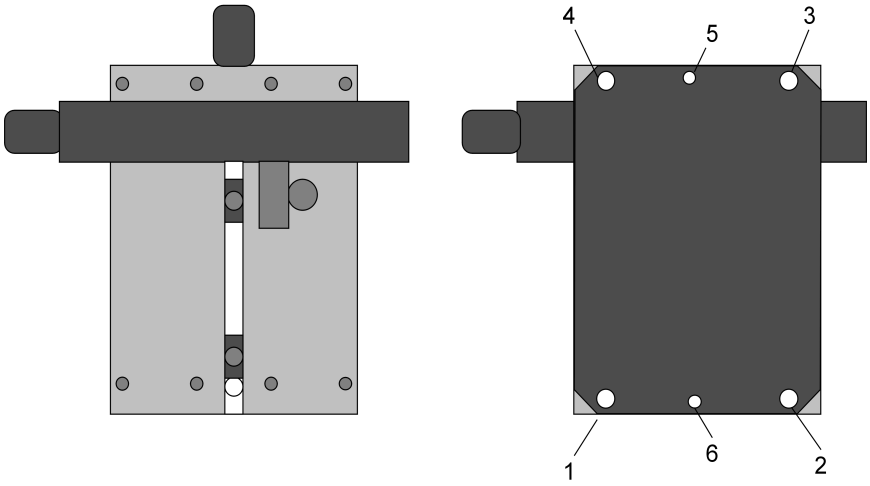
Achtung! Beim Umschalten auf andere Netzspannung müssen beide Sicherungen ausgetauscht werden! Beide müssen den gleichen Wert haben.

Abbildung 24:Spannungseinstellung und Sicherungen



Die sekundärseitigen Sicherungen befinden sich innerhalb der Steuerung. Zum Austausch der Sicherungen muß zunächst die Steuerung von der Mechanik getrennt werden. Dazu die Füße 1,2,3,4 sowie die M4-Schrauben 5,6 an der Unterseite des Gerätes lösen und die Kabelverbindungen zwischen Mechanik und Steuerteil auftrennen.

Abbildung 25:Position der Schrauben zur Demontage der Elektronik von der Mechanik einer LPKF ProtoMat C60

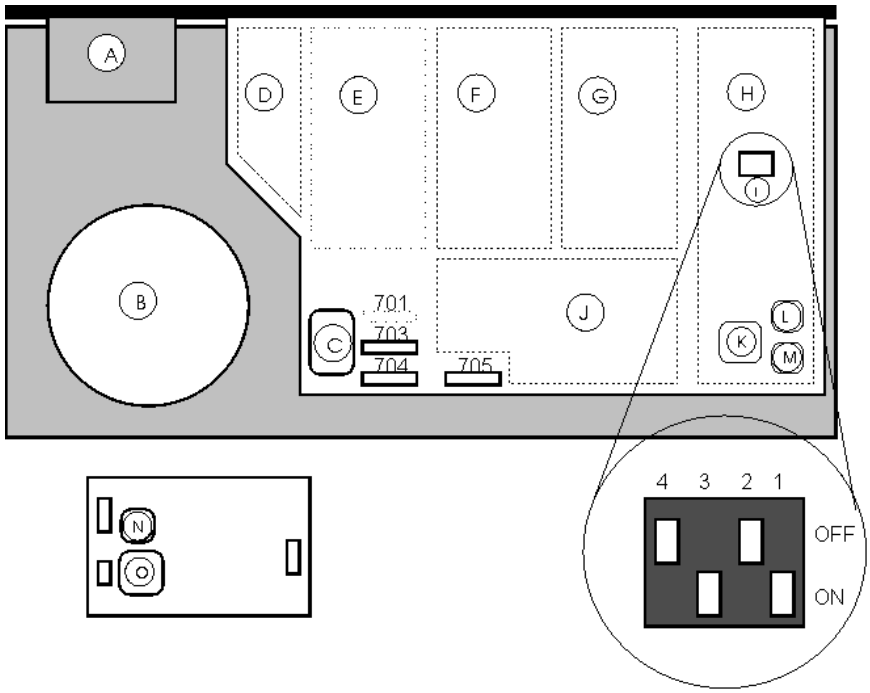


Achtung! Überprüfen Sie, ob das Gerät durch Ziehen des Netzsteckers vom Netz getrennt wurde.

› Den Deckel mit den x-Endschaltern entfernen.

Die nun freiliegende Steuerung ist wie in Abbildung 26 auf Seite 49 aufgebaut:

Abbildung 26: Ansicht der Leiterplatte der LPKF ProtoMat C60



A- Netzfilter

B- Transformator

C- Trafoanschluß

D- Leistungsteil für Fräsbohrkopf

E- Leistungsteil Z-Achse (unbestückt)

F- Leistungsteil Y-Achse

G- Leistungsteil X-Achse

H- Prozessorteil

I- DIL-Schalter für Baudrateneinstellung (mit Standardeinstellung)

J- Netzteile

K- Prozessor

L- EPROM L

M- EPROM H

N- EPROM der Schnellfrequenzspindel (Elektronik unter dem Deckel)

O- Prozessor der Schnellfrequenzspindel (Elektronik unter dem Deckel)

701-705 = diverse Sicherungen (siehe Tabelle unten)

Die Sekundärstromkreise sind mit Feinsicherungen wie folgt geschützt:

Sicherung	Typ	Stromkreis
F701	3,15 A	Leistungsendstufen
F703	3,15 A	+24 V am I/O-Interface
F704	2,00 A	+5V und VREF
F705	0,50 A	RS 232 C / SER1

Die Montage der Einheiten erfolgt in entgegengesetzter Reihenfolge wie die oben beschriebene Demontage.

Achtung! Nie Schrittmotor- und Fräsbohrkopfkabel verwechseln!

Vor dem Einschalten auf jeden Fall die richtige Position der Kopf- und Motorkabel überprüfen.

Die Sicherungen im Primärstromkreis befinden sich im Netzschalter, der auch den Netzfilter und den Netzumschalter (z.B. 230V/115V) beinhaltet. Die Sicherungen sollten mittelträge sein:

- 230V Absicherung mit 1.6A / T
- 115V Absicherung mit 3.15A / T

8.9 Befehlssatz der LPKF ProtoMat C60

8.9.1 Aufbau der Befehle

Die Steuerung SMCU (**S**ignal **P**rocessor **C**ontrol **U**nit) der Maschine interpretiert die im folgenden beschriebenen HP-GL-Befehle und setzt sie in die definierten Reaktionen um.

Die Auflösung der Maschine beträgt 0.0079375 mm. Sie weicht damit von der Auflösung von Standard-HP-GL-Plottern ab. Bei Verwendung von Originalbefehlen erfolgt die Ausgabe dadurch verkleinert.

Zur Schreibweise:

Symbol	Bedeutung
{...}	Der Inhalt kann beliebig oft wiederholt werden.
()	Zwischen diesen Klammern stehen die Parameter des Befehls.
[]	Der Inhalt dieser Klammern ist optional und kann entfallen.

Die SMCU erwartet zwischen den Parametern der Befehle ein Trennzeichen, das nicht Element der Zahlen und Großbuchstaben ist. Ein neuer Befehl darf ohne Trennzeichen auf einen Parameter folgen. Das letzte Zeichen einer gesendeten Befehlsdatei muß ein Semikolon oder ein Linefeed-Zeichen (0A Hex) sein.

Unbekannte Befehle werden von der Steuerung ignoriert, jedoch können deren Parameter zu unerwünschten Plot Absolut oder Plot Relativ Befehlen führen.

8.9.2 HP-GL Standardbefehle

AA (x,y,a{,}){;}
Arc Absolute

Zeichnet um die absolute Koordinate (x,y) ausgehend von der aktuellen Position einen Kreisbogen mit dem Bogenwinkel a=[Grad]. Bei negativem Bogenwinkel a wird im Uhrzeigersinn gezeichnet, sonst umgekehrt.

AR (x,y,a{,}){;}
Arc Relative

Zeichnet um die relative Koordinate (x,y) ausgehend von der aktuellen Position einen Kreisbogen mit dem Bogenwinkel a=[Grad]. Bei negativem Bogenwinkel a wird im Uhrzeigersinn gezeichnet, sonst umgekehrt.

CI (r{,}){;}
Circle

Zeichnet um die aktuelle Position einen Vollkreis mit dem Radius r. Die Auflösung wird ignoriert, da immer mit maximaler Auflösung gezeichnet wird.

EA (x,y){;}
Edge Rectangle Absolute

Zeichnet ein Rechteck, das durch zwei diagonal liegende Eckpunkte definiert ist. Der erste Eckpunkt wird durch die aktuelle Position, der zweite durch die absolute Koordinate (x,y) bestimmt.

ER (x,y){;}
Edge Rectangle Relative

Zeichnet ein Rechteck, das durch zwei diagonal liegende Eckpunkte definiert ist. Der erste Eckpunkt wird durch die aktuelle Position, der zweite durch die relative Koordinate (x,y) bestimmt.

IN {;}
Initialize

Versetzt die Steuerung in den gleichen Status wie nach dem Einschalten. Alle Standardeinstellungen werden damit gültig.

IW (x0,y0,x1,y1){;}
Input Windows

Beschränkt den Arbeitsbereich der XY-Achse auf ein Fenster mit den angegebenen Eckkoordinaten.

OH {;}
Output Hard Clip Limits

Die Steuerung ermittelt selbständig ihren maximalen Fahrbereich innerhalb der Endschalter und sendet die so ermittelten Koordinaten als einen ASCII-String in der Form („W Xmin,Ymin,Zmin,Xmax,Ymax,Zmax <cr>“) an den PC.

OS {;}
Output Status

Die Steuerung sendet ihre Statuszelle als ASCII-Hex („S xxxx <cr>“) an den PC.

PA (x1,y1{,...xn,yn}){;}
Plot Absolute

Zeichnet eine Linie von der aktuellen Position zu den nacheinander angegebenen absoluten Koordinaten. Die Befehle PU und PD können als Parameter zwischen den Koordinatenpaaren angegeben werden. Werden weitere Koordinatenpaare gesendet, so kann das Befehlswort PA entfallen. Alle Koordinatenpaare ohne Befehlswort werden auf den zuletzt gesendeten PA- oder PR-Befehle bezogen und dementsprechend ausgeführt.

PD {;}
Pen Down

Senkt das Werkzeug ab.

PR (x1,y1{,...xn,yn}){;}
Plot Relative

Zeichnet eine Linie von der aktuellen Position zu den nacheinander angegebenen relativen Koordinaten. Die Befehle PU und PD können als Parameter zwischen den Koordinatenpaaren angegeben werden. Werden weitere Koordinatenpaare gesendet, so kann das Befehlswort PA entfallen. Alle Koordinatenpaare ohne Befehlswort werden auf den zuletzt gesendeten PA- oder PR-Befehle bezogen und dem entsprechend ausgeführt.

PU {;}
Pen Up

Hebt das Werkzeug an.

VS (v{,n}){;}
Velocity Select

Definiert die Bahngeschwindigkeit in der XY-Ebene v=[m/s] bei abgesenktem Werkzeug und ordnet diese Geschwindigkeit dem Werkzeug mit der Nummer n zu.

8.9.3 Sonderbefehle

Alle Sonderbefehle beginnen mit einem „!“Zeichen und entsprechen im Weiteren der Syntax der HP-GL-Standardbefehle.

!AS (a){;}
Acceleration Set

Definiert eine neue Beschleunigungskonstante a=mm/s².Der gültige Wertebereich ist 10...50000.

!CC {;}
Close Channel

Beendet eine mit!OC eingeleitete Datenübertragung.

!CM (n){;}
Change Mode

Wechselt zwischen dem Arbeitsmode Bohren (n=0) und Fräsen (n=1).

!CT (n){;}

Command Counter

Wechselt zwischen dem Echomode (n=1) und dem Nicht-Echo-Mode (n=0). Im Echomode quittiert die Maschinen jedes korrekt ausgeführte Kommando mit der Meldung „C<cr>“.

!EM (n){;}
External Motor

Schaltet den Fräsbohrmotor ein (n=1) oder aus (n=0)

!ES (n){;}
Enable Stop

Freigeben (n=1) und Sperren (n=0) der externen Stop-Funktion. Nach dem Einschalten ist die externe Stop-Funktion gesperrt.

!FP {;}
Full Power

Schaltet die Motoren der XYZ-Achse auf volle Leistung.

!HP {;}
Half Power

Schaltet die Motoren der XYZ-Achse auf halbe Leistung.

!OC {;}
Open Channel

Eröffnet eine direkte Datenübertragung vom seriellen Datenkanal SER1 zum seriellen Datenkanal SER2. Alle am Datenkanal SER1 empfangenen Zeichen werden an den Datenkanal SER2 gesendet bis die Zeichenfolge!CC empfangen wurde.

!ON (a){;}
Output Nominal Position

Die Steuerung sendet die nominale Position (Soll Position) der mit dem Parameter a adressierten Motorachse. Den Motorachsen sind folgende Adressen zugeordnet:

- 0 = X,Y,Z Achse
- 1 = X Achse
- 2 = Y Achse
- 3 = Z Achse

!RD (a){;}
Read Port

Bewirkt das Lesen vom Eingabe-Port mit der Adresse a=<0..15>. Die Daten werden über die serielle Schnittstelle, von welcher der Befehl kam, als ASCII-Zahl ausgegeben.

!RS (r){;}
Resolution Set

Gibt der Steuerung die Schrittweite (r=m/Schritt) der Maschine bekannt. Der gültige Wertebereich ist 1...32000.

!TA (x,y,z){;}
Plot Three-D Absolute

Führt eine räumliche Bewegung von der aktuellen Position zu der absoluten Koordinate (x,y,z) aus.

!TD (t1,t2,t3,t4){;}
Time for Drilling

Setzt die neuen Bohrzeiten t=[ms].

!TM (t1,t2,t3,t4){;}
Time for Milling

Setzt die neuen Fräszeiten t=[ms].

!TR (x,y,z){;}
Plot Three-D Relative

Führt eine räumliche Bewegung von der aktuellen Position zu der relativen Koordinate (x,y,z) aus.

!TS (t){;}
Time to Stabilize

Setzt eine Beruhigungszeit t=[ms] zwischen den einzelnen Befehlen.

!TW (t){;}
Time to Wait

Der folgende Befehl wird erst nach Ablauf der Wartezeit t=[ms] abgearbeitet.

!VU (v){;}
Velocity if Pen Up

Definiert die Bahngeschwindigkeit v=[m/s) der Bewegung in der XY-Ebene wenn das Werkzeug angehoben ist.

!VZ (v){;}
Velocity Z-Achse

Definiert die Geschwindigkeit v=[m/s] der Bewegung in der Z-Achse.

!WR (a,d{,m}){;}
Write Port

Bewirkt eine Ausgabe des Datenwortes d auf die Portadresse a=<0..15>, wobei die Vergabe einer Bitmaske möglich ist.

!ZA (z){;}
Plot Z-Achse Absolute

Bewegt die Z-Achse von der aktuellen Position zu der absoluten Koordinate (z).

!ZR (z){;}
Plot Z-Achse Relative

Bewegt die Z-Achse von der aktuellen Position zu der relativen Koordinate (z).

8.9.4 Sonderbefehl für die Schnellfrequenzspindel

Vor dem Kommunizieren mit der Schnellfrequenzspindel muß der Befehl zum Öffnen der SERIAL2 abgesetzt werden (!OC;), danach muß die serielle Schnittstelle SERIAL2 wieder geschlossen werden (!CC;)

!RM (r){;}
Revolutions Motor, r=0...60.

Stellt die Drehzahl (r)*1000 der Schnellfrequenzspindel ein.

8.9.5 Direktbefehle

Die Direktbefehle sind Sonderbefehle, die sofort nach ihrer Interpretation unter Umgehung des Befehlspuffers abgearbeitet werden.

!CB{;}
Clear Buffer

Löscht alle Befehle aus dem Befehlspuffer.

!GO{;}
Go On

Hebt das Stop-Kommando auf und setzt die Befehlsabarbeitung fort.

!RC{;}
Repeat Command

Wiederholt den letzten abgearbeiteten Befehl.

!ST{;}
Stop

Unterbricht die Befehlsabarbeitung nach Beendigung des laufenden Befehls.

Der implementierte Befehlssatz ist eine Untermenge der HP-GL. Wenn das Gerät von einem beliebigen CAD-System angesteuert werden soll, ist bei den HP-GL befehlen zu beachten, da die Schrittweite wesentlich geringer ist als bei normalen Penplottern.
Die Schrittweite beträgt 7,9375 m/step. (6.35 mm/800 Steps).

8.10 Liste der lieferbaren Werkzeuge

Grau gekennzeichnete Werkzeuge sind für die LPKF *ProtoMat* C60 nicht einsetzbar.

Bezeichnung	Durchm.	Länge		Lieferzeit
	in mm	36 mm	38 mm	L=Lagerware
Universalfräser	0.2 - 0.4	*		L
Microfräser	0.1 -0.2	*		L
HF-Fräser	0.25	*		L
Konturenfräser	1.0	*	*	L
	2.0	*	*	L
	3.0	*	*	L
Zweischneider	0.8	*		L
	1.0	*	*	L
	2.0	*	*	L
	3.0	*		L
Bohrer	0.5		*	L
	0.55		*	
	0.6		*	L
	0.65		*	
	0.7	*	*	L
	0.75	*	*	
	0.8	*	*	L
	0.85	*	*	L
	0.9	*	*	L
	0.95	*	*	
	1.0	*	*	L
	1.05	*	*	L
	1.1	*	*	L
	1.15	*	*	
	1.2	*	*	L
	1.25	*	*	L
	1.3	*	*	L
	1.35	*	*	
	1.4	*	*	L
	1.45	*	*	
	1.5	*	*	L
	1.55	*	*	
	1.6	*	*	L
	1.65	*	*	
	1.7	*	*	L
	1.75	*	*	
	1.8	*	*	L
	1.85	*	*	
	1.9	*	*	L
	1.95	*	*	
	2.0	*	*	L
	2.05	*	*	
	2.1	*	*	L

	2.15	*	*	
	2.2	*	*	L
	2.25	*	*	
	2.3	*	*	L
	2.35	*	*	
	2.4	*	*	L
	2.45	*	*	L
	2.5	*	*	L
	2.55	*	*	
	2.6	*	*	L
	2.65	*	*	
	2.7	*	*	L
	2.75	*	*	
	2.8	*	*	L
	2.85	*	*	
	2.9	*	*	L
	2.95	*	*	
	3.0	*	*	L
	3.05	*	*	

8.11 Schlußbemerkung

Grundsätzlich findet die Maschinenrichtlinie 93/44 vom 14. Juni 93 der Europäischen Gemeinschaft in diesem Handbuch Anwendung. Sollte in einem der Kapitel eine Berücksichtigung der EG-Richtlinie nicht erfolgt sein, so wird hiermit auf die entsprechenden Paragraphen der Richtlinie hingewiesen und ein Anspruch auf Vollständigkeit und Haftung ausgeschlossen. Außerdem wird hiermit auf dem Hersteller unbekannte Restgefahren hingewiesen, die bei unsachgemäßer Verwendung eintreten können. LPKF ist nicht für Folgeschäden, die aus dem Umgang mit der LPKF *ProtoMat* C60 hervortreten, verantwortlich. Das gilt auch, wenn auf diese Schäden hingewiesen wurde.

9.0 Konformitätserklärung

1. Hersteller der mit LPKF *ProtoMat* C60 bezeichneten Maschine ist die Firma:

   LPKF
   Laser & Electronics AG
   Osteriede 7

   D-30827 Garbsen

2. Bei der mit LPKF *ProtoMat* C60 bezeichneten Maschine handelt es sich um einen Fräsbohrplotter, der zum Erstellen von Leiterplattenprototypen und Gravurfilmen, sowie zum Gravieren von Aluminium oder Kunststoff geeignet ist. Die Seriennummer der vorstehenden Maschine ist 1F.....(siehe auch Bodenplatte). Weitere Angaben zur LPKF *ProtoMat* C60 sind dem beiliegenden Handbuch zu entnehmen.

3. Die LPKF *ProtoMat* C60 entspricht den Bestimmungen der EG-Maschinenrichtlinie 93 / 44 vom 14. Juni 93 (siehe auch Anhang I der Richtlinie).

4. Bei der Erstellung der LPKF *ProtoMat* C60 fanden auch bestehende DIN- Vorschriften Anwendung.

5. Bevollmächtigter Unterzeichner dieser Erklärung ist

   Herr Bernd Hackmann
   Vorstand LPKF AG
   Osteriede 7

   D-30827 Garbsen

Bernd Hackmann

10.0 Index

A
Abstreifer 51, 52, 53, 54
Achtung 4
Aluminiumfrontplatten 44
Anschluß an den PC 25
Anschlußleistung 11
Arbeitstiefenbegrenzer 22, 38
Auflösung 26

B
Basismaterial 5, 20, 46
Befehlsaufbau 26
Befehlssatz 26
Betriebsanzeige 24
BoardMaster 16
Bogenwinkel 26
Bohren 40
Bohrgrat 48

C
CircuitCAM 31

D
Datenkanal 56
Datenübertragungsdaten 16
Direktbefehle 31
Dosiernadel 52
Duroscal 45

E
Einfärber 45
Einschalten 17, 19
Einschaltreihenfolge 17
Endpositionen 20
Entschichten 46
Entsichern 20
Epoxidmaterial 46
EPROMs 57

F
Feinfilter 12
Filmbeschichtung 45
FR 3 46
Fräsbohrkopf 22
Fräsgrat 48
Frästiefe 38
Frontplatte 15
Frontplattengravur 44
Funktionstest 19

G
Garantieansprüche 10

Gefahr 4

Gerätekennwerte 11
Gerätespannung 11

H
Haarnetz 10
Hinweis 4
HOME-Position 20

I
Inbetriebnahme 17
Initialisieren 20
Installation 12
Isolationsfräsen 41
Isolationskanäle 43

K
Klebeband 22
Konturenfräsen 42
Koordinaten 21
Korrektur der HOME Position 23
Korrekturmittel 45
Kupferlaminat 5

L
Layoutfilme 44
Legende 5
Leiterplattenbefestigung 37
Leiterplattenreinigung 47
Lieferbare Werkzeuge 61
Lieferumfang 12
Lötstoppfolie 5
Luftschallwerte 12

M
Maschinenparameter 21
Maschinentisch 12
Material 34
Materialien 10, 36

N
NULL-Position 20

O
Ölbohrungen 52
Ölpartikel 47
Orientierung 14

P
Pad 5
Paßlöcher erstellen 21
Passlochstreifen 22
Passlochsystem 21
Phenolharzqualitäten 46
Plotdaten 16

R
Rändelschraube 22
Referenzpin 22, 37

S

Schlittenführungen 51
Schnellfrequenzspindel 17
Schreibstifthalter 12
Schreibstifthalterung 35
Schreibweisen 4
Schrittmotoren 56
Sekundärstromkreise 59
SERIAL1 55
SERIAL2 56
Serieller Anschluß 55
Sicherheit 10
Sicherheitshinweise 10
Sicherungen 57
Sicherungsschrauben 12
SMCU 26
Spannzange 17
Spiegelachse 20
Staubsauger 12
Steuereinheit 13

T

Teflon 47
Transportsicherungen 12
Tutorial 31

U

Umschalten d. Netzspannung 57

V

Verglasen 49
Versatz 49
Verwendete Symbole 4

W

Wartung 50
Werkzeuge 34
Werkzeugwechsel 10

Z

Zielgruppe 5
Zubehör 12, 34